

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

GIZELE CARVALHO PINTO

**ORDENAMENTO TERRITORIAL E FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA  
DO RIO SÃO FRANCISCO – PORTO VELHO/RO: CONTRADIÇÕES E  
PERSPECTIVAS**

Tese de doutorado

CURITIBA  
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

GIZELE CARVALHO PINTO

**ORDENAMENTO TERRITORIAL E FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA  
DO RIO SÃO FRANCISCO – PORTO VELHO/RO: CONTRADIÇÕES E  
PERSPECTIVAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do título de doutora em Geografia.

Orientação: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Chisato Oka Fiori

CURITIBA  
2016

---

P659o

Pinto, Gizele Carvalho

Ordenamento territorial e fragilidade ambiental na bacia do rio São Francisco – Porto Velho/RO: contradições e perspectivas / Gizele Carvalho Pinto. – Curitiba, 2016.

176 f. : il. color. ; 30 cm.

Tese - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2016.

Orientador: Chisato Oka Fiori .

1. Ordenamento territorial. 2. Bacia hidrográfica. 3. Fragilidade ambiental.  
4. Uso e ocupação do território. 5. Desmatamento. I. Universidade Federal do Paraná. II. Fiori, Chisato Oka. III. Título.

CDD: 551.483

---



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
Setor CIÊNCIAS DA TERRA  
Programa de Pós Graduação em GEOGRAFIA  
Código CAPES: 40001016035P1

## ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE TESE PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM GEOGRAFIA

No dia vinte e um de Setembro de dois mil e dezesseis às 14:00 horas, na sala 107, Av. Cel. Francisco H dos Santos, 100, do Setor de CIÊNCIAS DA TERRA da Universidade Federal do Paraná, foram instalados os trabalhos de arguição da doutoranda **GIZELE CARVALHO PINTO** para a Defesa Pública de sua Tese intitulada: **"ORDENAMENTO TERRITORIAL E FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO/RO: CONTRADIÇÕES E PERSPECTIVAS."** A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: CHISATO OKA FIORI (UFPR), CLARICE FARIAN DE LEMOS (UTFPR), CLAUDINEI TABORDA DA SILVEIRA (UFPR), DORISVALDER DIAS NUNES (UNIR), MARIA MADALENA DE AGUIAR CAVALCANTE (UNIR). Dando início à sessão, a presidência passou a palavra a discente, para que a mesma expusesse seu trabalho aos presentes. Em seguida, a presidência passou a palavra a cada um dos Examinadores, para suas respectivas arguições. A aluna respondeu a cada um dos arguidores. A presidência retomou a palavra para suas considerações finais e, depois, solicitou que os presentes e a doutoranda deixassem a sala. A Banca Examinadora, então, reuniu-se sigilosamente e, após a discussão de suas avaliações, decidiu-se pela APROVAÇÃO da aluna. A doutoranda foi convidada a ingressar novamente na sala, bem como os demais assistentes, após o que a presidência fez a leitura do Parecer da Banca Examinadora. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, CHISATO OKA FIORI, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Curitiba, 21 de Setembro de 2016.

Prof CHISATO OKA FIORI  
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

Prof CLARICE FARIAN DE LEMOS  
Avaliador Externo (UTFPR)

Prof DORISVALDER DIAS NUNES  
Avaliador Externo (UNIR)

Prof MARIA MADALENA DE AGUIAR CAVALCANTE  
Avaliador Externo (UNIR)

Prof CLAUDINEI TABORDA DA SILVEIRA  
Avaliador Interno (UFPR)



## DEDICATÓRIA

À Jocelino, Leonilce, Enoque, Natacha e Roger.  
Amor, carinho e força.

Aos meus avós João e Ana  
(*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho somente foi possível graças à colaboração direta e indireta de muitas pessoas. Assim, manifesto minha gratidão a todas elas, e de forma particular:

Agradeço a confiança que me foi depositada pela minha orientadora, Professora Doutora Chisato Oka-Fiori, pessoa maravilhosa, que deu atenção em cada detalhe de cada situação, tanto na orientação quanto nos encontros informais. Creio que o trabalho realizado permitiu a criação de um laço que se baseia em admiração, respeito e um carinho imenso que tenho.

Agradeço ao Professor Doutor Claudinei Taborda da Silveira, pela seriedade e comprometimento que teve ao ler este trabalho, e por conceder-me suas valiosas sugestões e contribuições. Fez-me repensar algumas trajetórias, as quais vejo, hoje de forma muito positiva, e por isso, sou grata.

Agradeço ao Professor Francisco Mendonça, pela confiança depositada ao concluir a tese, e ao Professor Doutor Leonardo Santos, pelas contribuições na qualificação.

Sou muitíssima grata ao amigo e Professor Doutor Dorisvalder Dias Nunes, pessoa fantástica, de extrema importância em minha trajetória acadêmica. Agradeço pelos ensinamentos valiosos e por me ajudar em momentos difíceis e decisivos.

Durante minha trajetória, contei com o apoio de muitos amigos da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, principalmente dos grupos de pesquisa. Assim, reconheço e declaro-me muito agradecida aos Professores Doutores Josué da Costa Silva e Maria das Graças Nascimento, pessoas admiráveis que lutaram pela criação e pelo bom desempenho da pós-graduação de Geografia, em Rondônia.

Aos amigos Doutores Luiz Cleyton, pela ajuda em viagens de campo, e Michel Watanabe, prestativo, ajudou-me na coleta de alguns dados. A amiga professora Doutora Madalena Cavalcante, pelos produtivos diálogos sobre questões territoriais. Também agradeço à Girlany e ao Gean, que seguem a mesma linha de pensamento, e ajudaram-me muito na compreensão destas questões.

Aos amigos que contribuíram, cada um à sua maneira, Professor Doutor Antônio Claudio, Professora Tatiane Checcia, Tamires Aguiar, Carla Dominique, Janielson Lima, Tirla, Laura Dominique, Thiago Borboleta, Graziela Tosine e Reginaldo.

Aos colegas da República “Jardim 41”, pessoas gentis e solidárias, sou-lhes muito grata por toda a ajuda.

Por fim, agradeço em especial à minha família por todo amor, carinho, compreensão, respeito, estímulo e apoio incondicional, a eles dedico esta tese. Ao meu querido e amado esposo Enoque, pelo apoio nesta caminhada, e pela imensa compreensão que teve nos nove meses que estive ausente (companheiro admirável).

Não posso deixar de expor minha imensa gratidão a Deus por ter me protegido, me dado força e perseverança nesta difícil caminhada. Uma dolorosa perda de ente querido ocorreu no finalzinho desta pesquisa, estando longe da família, apenas Deus pôde me confortar nesta sensação de solidão e profunda tristeza. Sou-lhe muito grata. Ao meu avô João da Graça Pinto, homem de personalidade forte, que criou-me na infância e sempre me apoiou. Desejo que esteja na paz de Deus, e a ele também dedico este trabalho.

A todos muito obrigada!!!

## EPÍGRAFE

O homem é homem e o mundo é histórico-cultural na medida em que, ambos inacabados, se encontram numa relação permanente, na qual o homem, transformando o mundo, sofre os efeitos de sua própria transformação (Paulo Freire, 1983).

## RESUMO

O estudo da fragilidade ambiental como suporte ao Ordenamento Territorial da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco em Porto Velho, Estado de Rondônia, teve como principal objetivo analisar os índices de fragilidade natural à erosão e sua incompatibilidade com os usos e ocupação da terra, de modo a verificar contradições no Zoneamento Sócio Econômico e Ecológico de Rondônia - ZSEE. Os modelos adotados basearam-se nas propostas de Crepani *et al.* (2001), Ross (1996) e Christofolletti (1980), em que os autores destacam o entendimento comum da inter-relação dos elementos do meio físico, a organização da sociedade e seus graus de fragilidade. Os resultados proporcionaram a verificação das incompatibilidades e contradições existentes. Neste contexto, os principais problemas relacionados a esta situação, são os padrões de média e alta fragilidade do ambiente, associados ao avanço da pecuária em solos suscetíveis à erosão, ao desmatamento desordenado e ao avanço das frentes de expansão em áreas de Unidades de Conservação, além do conflito social originado pela posse de terra. Em função de tais problemas, o trabalho elucidou, com base nas mensurações e análises realizadas, a proposta de um (Re) Ordenamento em uma Bacia Hidrográfica que, por sua vez, foi compreendida, nesta pesquisa, como sendo um território, pois nela verificou-se a presença de agentes territorializantes, que atuam na sua ocupação, com o intuito de transformá-lo, disseminando nele as suas relações de poder. Essa visão da Bacia Hidrográfica como um território, permite-nos elaborar sugestões no sentido de geri-la. Assim, foram propostas algumas ações com o objetivo de promover a requalificação da Bacia, e, consequentemente, o seu desenvolvimento. Estas ações estão representadas numa proposta de Zoneamento da Bacia, construída para a gestão pública sob a concepção de território.

**Palavras-chave:** Ordenamento Territorial, Bacia Hidrográfica, Fragilidade Ambiental, Uso e Ocupação, Desmatamento Desordenado.

## ABSTRACT

This study on environmental vulnerability as a backup to the Spatial Planning of the Watershed Basin of the São Francisco River in Porto Velho, State of Rondônia, has as its main goal the analysis of the natural susceptibility to erosion and its incompatibility with the use and occupation of the land, so as to verify its contradictions with the Socio-Economic Zoning of Rondônia (*Zoneamento Sócio-Econômico de Rondônia – ZSEE*). The adopted models are based on the proposals made by Crepani *et al.* (2001) Ross (1996) and Christofolletti (1980), where the authors highlight the common understanding of the relationship between the elements of the physical environment, the organization of the society, and their degrees of vulnerability. The results have provided a means to verify possibly existing incompatibilities and contradictions. Against this background, the main problems related to this situation are the pattern of averages and the high fragility of the environment associated with the advance of cattle raising on soils that are susceptible to erosion, with the uncontrolled deforestation, and the advance of expansion edges toward Conservation Units (*Unidades de Conservação*), alongside the originated social conflicts around land ownership. Regarding such issues and based upon the measurements and analysis performed, this work tried to come up with the proposal of a Spatial (Re)Planning in a Watershed Basin, which was herein taken into account as a territory, given the verified presence of territorializing agents that play a role on its occupation, with the intent of ing it and spreading their power relationships. Viewing the Watershed Basin as a territory allows us to elaborate suggestions for its management as a territory. This being presented, we suggest solutions that aim to promote the requalification and, therefore, its development. These actions take form as a Zoning proposal for the Basin, built with significant importance to the public administration, as it is a Watershed Basin as territory and the proposal of a planning for it reflects in the construction of a knowledge that is still not available for the field.

**Keywords:** Spatial Planning, Watershed Basin, Environmental Vulnerability, Use and Occupation, Uncontrolled Deforesting.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cartograma de localização da Bacia do Rio São Francisco	23
Figura 2 - Cartograma de Zoneamento Sócio Econômico e Ecológico da Bacia do Rio São Francisco	48
Figura 3 - Evolução do desmatamento na RESEX Jaci Paraná e Flona Bom Futuro	49
Figura 4 - Série do desmatamento na bacia do Rio São Francisco	51
Figura 5 - Queima da floresta em área de Manejo Florestal no projeto de Assentamento São Francisco	53
Figura 6 - Evolução do desmatamento em União Bandeirantes e áreas	54
Figura 7 - Manifestantes colonos e a atual União Bandeirantes	55
Figura 8 - Entendimento do processo teórico metodológico	60
Figura 9 - Localização dos pontos de observação do Uso e cobertura	65
Figura 10 - Vista software global <i>mapper</i> 13 MDE (relevo sombreado) com escala gráfica e virtual	70
Figura 11 - Carta de compartimentação da Bacia do Rio São Francisco	75
Figura 12 - Cartograma de estações pluviométricas utilizadas	82
Figura 13 - Gráfico de índices de pluviométricos- média mensal anual	83
Figura 14 - Fluxograma metodológico	88
Figura 15 - Cartograma de geomorfologia da bacia	90
Figura 16 - Cartograma de solos da bacia	96
Figura 17 - Cartograma de vegetação da bacia	101
Figura 18 - Cartograma de geologia da bacia	104
Figura 19 - Cartograma de intensidade Pluviométrica da bacia	106
Figura 20 - Gráfico de uso da terra da bacia do Rio São Francisco	107
Figura 21 - Plantação de banana em União Bandeirante	108
Figura 22 - Plantação de café em União Bandeirante	108
Figura 23 - Desmatamento recente em União Bandeirante	110
Figura 24 - Pastos degradados na região centro norte da bacia	110
Figura 25 - Preparo dos solos para plantio em União Bandeirante	111
Figura 26 - Mapa de uso da terra da bacia	112
Figura 27 - Erosão (voçoroca e ravina) com relevo ondulado em trecho pertencente ao Rio do Contra	116
Figura 28 - Perfis Transversais da Bacia	125

Figura 29 - Processo de erosão em rio de primeira ordem	126
Figura 30 - Processo de erosão em rio de segunda ordem	127
Figura 31 - Média de precipitação entre 1984-2004 no alto Rio Madeira	128
Figura 32 - Climatologia mensal da precipitação em Porto Velho (1975-005).	129
Figura 33 - Temperatura máxima e umidade relativa do ar mínima em Porto Velho, no ano de 2010	130
Figura 34 - Cheias excepcionais do Rio Madeira em Porto Velho sobre o período 1966-2004	131
Figura 35 - Anomalias de precipitação registrados em janeiro de 2014	132
Figura 36 - Abrangência da bacia do Rio Madeira com o exutório em Porto Velho, e localização da área da bacia do Rio São Francisco com as estações hidrométricas e virtuais do Rio Madeira	132
Figura 37 - Registro de chuvas diárias, e correspondência de cotas registradas na estação de Abunã	133
Figura 38 - Br 364 no sentido do distrito de Jaci – Paraná, coberta d'água	134
Figura 39 - Carta de Síntese de classes de fragilidade à erosão com base em Crepani <i>et al.</i> (2001).	137
Figura 40 - Carta de Síntese de classes de fragilidade à erosão, com base em Ross (1994)	139
Figura 41 - Desmatamento e assoreamento de rios na Bacia do Rio São Francisco	144
Figura 42 - Modelos de configuração territorial manifestas na Amazônia	147
Figura 43 - Proposta de zoneamento ambiental da Bacia do Rio São Francisco	153



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Taxa de desmatamento dos Estados que constituem a Amazônia Legal	45
Tabela 2 - Áreas protegidas mais desmatadas de Rondônia	49
Tabela 3 - Série histórica do desmatamento na bacia do Rio São Francisco	50
Tabela 4 - Tipologia de uso da terra e total de pontos observados na bacia do Rio São Francisco	67
Tabela 5 - Grau de declividade da Bacia do Rio São Francisco	69
Tabela 6 - Grau de fragilidade /estabilidade	76
Tabela 7 - Aplicação de pesos de vulnerabilidade para aspectos geológicos	77
Tabela 8 - Aplicação de pesos de suscetibilidade a erosão para os diferentes tipos de solos identificados	79
Tabela 9 - Graus de Proteção exercidos pela vegetação	80
Tabela 10 - Aplicação de pesos vulnerabilidade para intensidade pluviométrica	83
Tabela 11 - Escala de fragilidade para as classes de declividade	85
Tabela 12 - Unidades geomorfológica da bacia do Rio São Francisco	92
Tabela 13 - Tipos de vegetação que ocorrem na área da bacia do Rio São Francisco	98
Tabela 14 - Parâmetros hipsométrico da Bacia do Rio São Francisco	118
Tabela 15 - Índices de dissecação do relevo dos perfis transversais da Bacia do Rio São Francisco	123

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Observações de cicatrizes de erosão na bacia do Rio São Francisco	62
Quadro 2 – Matriz dos índices de dissecação das formas de relevo	70
Quadro 3 – Índices de circularidade de uma bacia hidrográfica	72
Quadro 4 – Escala de erosividade da chuva	81
Quadro 5 – Graus de fragilidade dos solos conforme Ross (1994).	86
Quadro 6 – Graus de proteção do solo segundo a cobertura vegetal	86
Quadro 7 – Níveis hierárquico das variações pluviométricas	87
Quadro 8 – Comparações de classes de solos	94
Quadro 9 - Dados do ponto em mg kg <sup>-1</sup>	115

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FERS	Floresta Estadual de Rendimento Sustentável
GPS	Global positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos naturais renováveis
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
MDE	Modelo Digital de Elevação
NASA	National Aeronautics And Space Administration
PIC	Projeto Integrado de Colonização
POLONOROESTE	Programa de desenvolvimento da região noroeste do Brasil
PLANAFLORO	Plano Agropecuário Florestal de Rondônia
PNOT	Política Nacional de Ordenamento Territorial
RADAMBRASIL	Radar do Brasil
RESEX	Reserva Extrativista
SAF	Sistema Agroflorestal
SEDAM	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SRTM	Shuttler Rdadar Topography Mission
TIN	Interpolador Triangular
UHE	Usina Hidrelétrica
UC's	Unidades de Conservação
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZSEE	Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	18
<b>CAPÍTULO 1</b>	25
<b>1.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA - METODOLÓGICA</b>	25
1.1.1. ELEMENTOS CONCEITUAIS SOBRE O TERRITÓRIO E SEU ORDENAMENTO	25
1.1.2. Os processos de Territorialização	29
1.1.3. A importância e surgimento do Ordenamento territorial	31
1.1.4. Fragilidades dos Ambientes e as Intervenções Humanas	35
<b>CAPÍTULO 2</b>	41
<b>2.1. ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO: PROCESSO DE COLONIZAÇÃO AGRÍCOLA E DESMATAMENTO EM RONDÔNIA</b>	41
2.1.1. O Zoneamento e Desmatamento na Área da Bacia do Rio São Francisco	46
<b>CAPÍTULO 3</b>	59
<b>3.1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ANÁLISE DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	59
3.1.2. Trabalho de campo	62
3.1.3 Bases cartográficas	68
3.1.4 Modelo digital de Elevação	68
3.1.5 Carta de declividade	68
3.1.6 Perfis Transversais	69
<b>3.2. PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS PARA ANÁLISE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS</b>	71
3.2.1. Classe Linear	71
3.2.2. Classe Zonal	72
3.2.3. Classe Hipsométrica	73
3.2.4. Curva e Carta Hipsométrica	73
3.2.5. Carta de Compartimentação da Bacia	74
<b>3.3 ELABORAÇÃO DA CARTA DE CLASSES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL COM BASE NA PROPOSTA DE CREPANI <i>et al.</i> (2001).</b>	76
<b>3.4. ELABORAÇÃO DA CARTA DE CLASSES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL COM BASE NA PROPOSTA DE ROSS (1996).</b>	84
<b>3.5. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	89
3.5.1. Caracterização Geomorfológica	89

3.5.2. Caracterização dos solos	93
3.5.3. Caracterização da Vegetação	97
3.5.4. Caracterização da Geologia	102
3.5.5. Caracterização do Clima	105
3.5.6. Caracterização do Uso e Cobertura da Terra	107
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>113</b>
<b>4.1. FRAGILIDADE AMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL</b>	<b>113</b>
4.1.1 ANÁLISES MORFOMÉTRICAS: INDICADORES DE FRAGILIDADE NATURAL À EROSÃO	113
4.1.2. Perfis Transversais da Bacia	119
4.1.3. Análise Pluviométrica	127
4.1.4. Carta de Classes Fragilidade Ambiental adaptada da proposta de Crepani <i>et al.</i> (2001).	135
4.1.5. Carta de Classes de Fragilidade Ambiental adaptada da proposta de Ross (1994).	138
4.2. IMPACTOS TERRITORIAIS E FRAGILIDADE AMBIENTAL: CONTRADIÇÕES A PARTIR DO ORDENAMENTO TERRITORIAL (ZSEE/RO)	141
4.2.1. A consolidação dos Agentes Territorializadores sobre a área e os Conflitos	146
4.2.2. Hidrelétricas e a Potencialização do Desmatamento	148
4.3. (RE) ORDENAMENTO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO	149
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>154</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>157</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>172</b>

## INTRODUÇÃO

O estudo da relação sociedade-natureza tem despertado interesse em diversos pesquisadores, devido ao fato de as sociedades serem dinâmicas e terem o poder de apropriar-se da natureza e, por vezes, adaptar-se a ela. Em alguns casos, esta natureza, a qual também é dinâmica e representa um espaço, pode ser marcada pelo processo de territorialização dessas sociedades e ser transformada em seu território.

Com o interesse de dominar a natureza, acumular e sobreviver, diversas sociedades passaram a potencializar seu uso, ou seja, transformá-la como fonte de matéria-prima para atender às suas necessidades e interesses, tanto que, muitas vezes, a natureza é vista apenas como um “recurso natural” (um recurso econômico). Neste processo de domínio para a produção, a sociedade tornou-se a grande responsável pela transformação e degradação ambiental, que se configura em muitos territórios.

O Estado de Rondônia é um exemplo. A transformação de seu território surgiu, principalmente, por meio de projetos de colonização entre as décadas de 1970 e 1980, que resultou em um dos maiores problemas de ordem ambiental do país, devido ao desmatamento desordenado<sup>1</sup>. E, na tentativa de conter esta situação e ordená-la, foi criado em 1981, o programa de Desenvolvimento da Região Noroeste do Brasil (POLONOROESTE) que, ao contrário de uma solução, apresentou problemas e controvérsias no seu histórico de implementação. Após o seu “fracasso”, no que se refere à ineficácia de fiscalização ambiental sobre o desmatamento, o projeto Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia (PLANAFLORO) foi criado, em sua substituição, mas, com os problemas similares de ordem administrativas daqueles identificados no POLONOROESTE. O resultado do PLANAFLORO foi a primeira aproximação do Zoneamento Sócio Econômico e Ecológico de Rondônia (ZSEE), que, por sua vez, sofreu modificações no decorrer do tempo, conforme a conveniência política da época. Isto tornou-se um problema, pois esta conveniência resultou em interesses, os quais não consideraram o grau de ocupação e principalmente, a fragilidade potencial destes ambientes.

---

<sup>1</sup> Entende-se desmatamento desordenado quando há ausência de manejo adequado e falta de fiscalização. É quando ocorre a queima da floresta sem que a madeira possa ser aproveitada. O resultado desta ação é a destruição do ecossistema que não podem ser recuperados integralmente. Também pode ser entendida como uma ação que antecede a ocupação desordenada, as quais são provenientes das frentes de expansão e frentes pioneiras.

Neste período, a fronteira agrícola<sup>2</sup> foi formada, através das frentes de expansão e frentes pioneiras, que constituem a migração dos agentes territorializadores em novos espaços, para a exploração da renda da terra. Na bacia do Rio São Francisco, este processo de transformação começou a surgir na década de 1990 e se intensificou a partir de 2005. Neste último ano, já se cogitava a construção de duas usinas hidrelétricas no Alto Madeira, o que acabou gerando impactos especulativos<sup>3</sup>. Já no ano de 2008, as usinas hidrelétricas começaram a ser implantadas gerando os impactos imediatos<sup>4</sup>, que foram a desterritorialização da população que, por sua vez, gerou novas frentes de expansão (migração dos agentes territorializadores) na bacia, que, junto à elas, potencializou o desmatamento desordenado, principalmente em direção às Unidades de Conservação, conforme alertado por Fearnside (2000) quando discutiu o conceito de efeito de Arrasto.

Com nova dinâmica em seu território – a partir das usinas - conflitos e contradições no Ordenamento Territorial mostraram-se mais evidentes. Estas contradições concentraram-se entre o que foi definido em termos de Ordenamento Territorial pelo Zoneamento Sócio Econômico e Ecológico de Rondônia, e o atual Uso e Ocupação da Terra na Bacia do Rio São Francisco, uma vez que não foram consideradas as áreas com potencial fragilidade natural à erosão.

Destaca-se ainda, que a pressão antrópica sobre as áreas que se caracterizam como frágeis, tende a ser potencializada quando motivada por investimentos em grandes obras ou pelo avanço do agronegócio de grãos ou gado. Essas tensões sociais geraram conflitos e pressões sobre áreas destinadas à conservação, a partir de atividades econômicas, a exemplo do que é visto na Reserva Extrativista de Jaci Paraná. Esta foi comprometida pelo uso da agropecuária, localizada na bacia hidrográfica em estudo. Estes conflitos foram intensificados com a mobilidade populacional, sendo esta, resultante do deslocamento de áreas de impactos diretos e indiretos ocasionados pelos empreendimentos hidrelétricos. Os principais conflitos existentes estão entre os agentes territorializadores da bacia, aqui definidos como agentes madeireiros, pecuaristas, posseiros (em alguns casos, pecuaristas e posseiros podem ser os mesmos agentes) e população tradicional. Também se destaca a

---

<sup>2</sup> “Compreende-se por fronteira agrícola a extensão espacial das áreas de ocupação agropecuária a partir de políticas de colonização e de assentamentos de migrantes, principalmente a partir da década de 1970. É uma combinação concreta de forças produtivas e de relação de produção que se introduz numa área de fronteira” (Muller, 1990, p.49).

<sup>3</sup> Expectativa da sociedade quanto à construção e as possibilidades de desenvolvimento e investimento na construção civil, além das especulações do setor imobiliário. Neste impacto, também existem preocupações e inseguranças referentes aos danos ambientais e ao próprio futuro dos que serão e foram desterritorializados (Cavalcante, 2012).

<sup>4</sup> Conceito concebido por Cavalcante (2008; 2012).

contradição entre o poder político, que defende a efetivação destes usos na RESEX, e o jurídico, que por outro lado, tenta manter a preservação e reintegração da mesma. Outro fator que se soma a estas tensões reside no fato de que o uso da terra, na área de estudo, tem na criação de gado a causa principal da substituição de florestas por pastagens, cujo cenário tem apresentado problemas relacionados à erosão do ambiente. Assim, verificou-se que os dispositivos legais existentes foram desconsiderados, e, em alguns casos, tornaram-se contraditórios, o que colocou em discussão a viabilidade da proposta de (Re) Ordenamento Territorial.

Assim, elegeu-se como problemática duas questões que a norteiam: 1<sup>a</sup>) Quais foram as contradições entre o ZSEE de Rondônia, no que tange ao uso e ocupação da terra? 2<sup>a</sup>) Estão compatíveis o uso e ocupação atual com as características deste ambiente?

Neste trabalho a hipótese é a de que o Ordenamento Territorial existente (ZSEE/RO) na Bacia do Rio São Francisco tende a não ser efetivo em função de que o uso e ocupação da terra não levaram em consideração as áreas potenciais de fragilidade ambiental, cujo cenário é a potencialização das dinâmicas socioeconômicas onde as características do meio físico não permitem sua expansão e/ou mobilidade.

Define-se como objetivo principal, o estudo da fragilidade do ambiente como suporte a uma proposta e discussão em torno do (Re) Ordenamento Territorial na bacia do Rio São Francisco. Para tanto, considerou-se a fragilidade dos ambientes naturais frente às atividades do uso da terra, e a forma como a sociedade se organiza nesse território. Os objetivos específicos foram: (I) Relacionar os dados de fragilidade natural à erosão, com as diretrizes de Ordenamento Territorial a partir do ZSEE de Rondônia; (II) Estabelecer uma análise entre índices de fragilidade, dados de uso e ocupação da terra, diretrizes do ZSEE-RO e as contradições, a partir do Ordenamento Territorial; (III) Verificar o processo histórico de ocupação e suas principais causas e consequências nos ambientes de maior fragilidade ambiental, (IV) Propor um (Re) Ordenamento Territorial na área de estudo.

Os problemas levantados em torno da gestão da bacia, potencializados pelo desmatamento desordenado, avanço da pecuária, avanço demográfico em áreas de Unidades de Conservação e conflito social originado pela posse de terra, demanda uma análise vertical para se pensar a gestão dos recursos naturais desta área. Nesse sentido, o estudo da fragilidade natural à erosão do ambiente como suporte a uma proposta e discussão em torno de um (Re) Ordenamento Territorial, tem especial relevância, pois trata-se do uso de instrumentos cuja finalidade é a de identificar e analisar os ambientes em



função dos seus diferentes níveis de suscetibilidade/fragilidade, além de somar esforços na construção de um saber ainda não disponível para a área de estudo.

A proposta de (Re) Ordenamento Territorial, a partir da identificação de áreas com fragilidade natural à erosão, contribui para um planejamento coerente e objetivo. A análise preditiva, neste caso, é uma das aliadas ao (Re) Ordenamento do Território na Bacia do Rio São Francisco/RO.

A definição de áreas com indicação dos índices de fragilidade natural à erosão e sua relação com o uso e ocupação da terra na área em tela tem, nos métodos de fragilidade natural à erosão, importante ferramenta para operacionalidade e equacionamento de problemas relacionados à criação de novos territórios e/ou desestruturação de outros. Isso se deve, principalmente, pela possibilidade de que uma discussão mais crítica sobre as forças econômicas e sociais presentes no âmbito dos grandes empreendimentos circunscritos à bacia, aliada a análise dos padrões de fragilidade ecológica e ambiental, desvelará outros problemas e perspectivas, que se referem à fragilidade de um determinado espaço, em particular na Amazônia.

A resultante deste processo está nos problemas de erosão e de perda do potencial hídrico que se manifestam negativamente na sociedade, e constituem o resultado de uma política de Ordenamento Territorial, que não levou em consideração os níveis de fragilidade que o ambiente potencialmente apresenta (CREPANI *et. al*, 2001; BERTRAND, 1971; SPÖRL, 2001).

Deste modo, o trabalho visou contribuir no (Re) Ordenamento Territorial da bacia, através da análise da fragilidade natural dos ambientes aos processos erosivos, tendo como base os métodos propostos por Crepani *et. al* (1996; 2001), Ross (1996) e Christofolletti (1980). Assim, pode-se dizer que as propostas metodológicas, para identificação dos padrões de fragilidade, constituem ferramentas de grande operacionalidade, em que os resultados, por sua característica técnica e possibilidade de gerar cenários, podem facilitar a tomada de decisão dos gestores, públicos e privados, de forma mais objetiva (CREPANI *et. al*, 2001; CAVALCANTE, 2008).

A área de estudo apresenta aproximadamente 2.305,0119 km<sup>2</sup> e localiza-se a noroeste do Estado de Rondônia, no município de Porto Velho. A Bacia São Francisco é uma sub-bacia do Rio Jaci Paraná, que por sua vez deságua no Rio Madeira, tem sua nascente na localidade de União Bandeirantes e corre no sentido Norte até se encontrar com o Rio do Contra (sub-bacia do Rio São Francisco), e segue até desaguar no Rio Jaci Paraná. Abrange os distritos de Mutum Paraná, Jaci Paraná e União Bandeirantes

(FIGURA. 01).

A área urbana mais próxima à Bacia do Rio São Francisco é o do distrito de Jaci Paraná, e tem como via principal de acesso a BR - 364. As comunidades existentes entre os distritos de Mutum Paraná e União Bandeirantes são caracterizadas como rurais. É importante destacar que União Bandeirantes não está oficialmente delimitada e caracterizada como Distrito, sendo apenas uma localidade que pertence ao distrito de Mutum Paraná. Entretanto, os moradores locais o consideram como distrito e discutem sobre o caso, tanto que já está registrada a ação pública de nº 2004.41.001887-3, visando a implementação de medidas administrativas legais referentes à sua área urbana, sob abrangência da decisão liminar proferida nos autos da ação civil pública (ANEXO 01). O Distrito de União Bandeirante abrange a maior parte da Bacia em destaque.

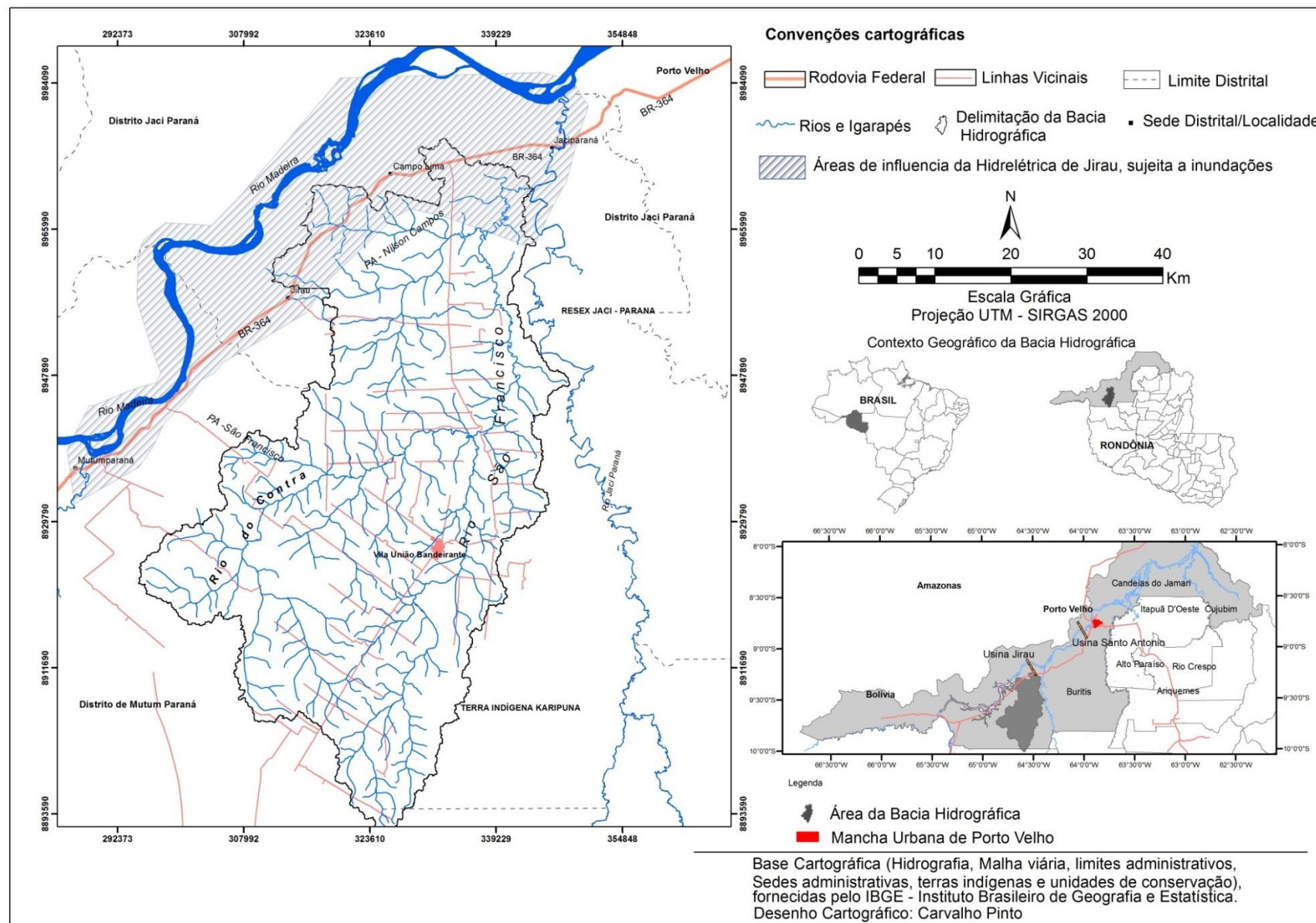


Figura 01: Cartograma de localização da bacia do Rio São Francisco. Organizado pela autora.

No sentido de alcançar os objetivos apresentados, o presente trabalho foi estruturado em 4 (quatro) capítulos. No primeiro, é apresentada a fundamentação teórica-metodológica e o debate sobre conceito de território. Este conceito é importante, pois destaca e confere ênfase às relações de poder, à presença da natureza e ao desenvolvimento local, bem como suas alterações no território. Desse modo, essa discussão sobre a construção histórica do território, pelas sociedades que materializam suas ações no espaço, adquire papel fundamental neste capítulo. Essa forma de analisar permitiu afirmar que o espaço correspondente à uma bacia hidrográfica pode ser um território, sendo que a mesma passa por esse processo de apropriação e transformação pela sociedade ou grupo social, que, a partir deste ponto, transforma-o em relações de poder.

No segundo capítulo, é feita abordagem sobre o processo de ocupação e desmatamento em Rondônia junto aos problemas de ordenamento do território. Neste mesmo capítulo, destaca-se o ZSEE/RO na área em estudo e suas contradições. Também destaca-se o pior caso de desmatamento, principalmente em áreas de Unidades de Conservação localizadas no entorno da bacia do Rio São Francisco/RO.

O terceiro capítulo possui os procedimentos metodológicos e a caracterização física da bacia. Nele, mostra-se que o trabalho está organizado em etapas, as quais estão dispostas da seguinte forma: a) Pesquisa bibliográfica, contendo os conceitos adotados no trabalho, tais como território, ordenamento territorial, territorialização, frentes de expansão, impactos territoriais e fragilidade ambiental, sendo esta última baseada na teoria da ecodinâmica; b) Trabalho de campo, em que foram feitos o reconhecimento da área de estudo e o levantamento de uso da terra; e c) Trabalho de escritório, em que foram elaboradas bases cartográficas, além da construção de dados e discussão dos resultados. Este capítulo também apresenta os principais aspectos ambientais envolvidos nas atividades de exploração e produção de uso e cobertura da terra.

No quarto capítulo, contém os resultados alcançados sobre as análises realizadas, conforme as metodologias empregadas. Esse capítulo final possui, principalmente, as cartas que indicam a fragilidade ambiental e a importância de uma proposta de (Re) Ordenamento do território. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

# CAPITULO 1

---

## 1.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-METODOLÓGICA

O debate sobre conceito de território é importante para este trabalho, pois destaca e dá ênfase às relações de poder ao desenvolvimento local e às suas alterações no território. Assim, essa discussão sobre a construção histórica do território, pelas sociedades que materializam suas ações no espaço, é fundamental neste capítulo. Essa forma de analisar, nos permite afirmar que uma bacia hidrográfica é um território quando nela se evidencia o processo de territorialização onde se é exposto, por meio da sociedade ou grupo social, relações de poder.

### 1.1.1. ELEMENTOS CONCEITUAIS SOBRE O TERRITÓRIO E SEU ORDENAMENTO

Para entendermos o conceito de Ordenamento Territorial é importante destacar, primeiramente, o conceito de território. O território foi bastante trabalhado ao longo do desenvolvimento da ciência geográfica, tornando-se assim, um dos conceitos chave. Na busca pela gênese do conceito, destaca-se Ratzel (1990). Para ele, o território é como um espaço necessário a uma população e ao seu Estado, para ambos evoluírem. Sua ideologia aproxima-se dos preceitos de Darwin (Evolucionismo), e a sua compreensão do território humano é muito próxima do território de outras espécies e seus *habitats*, o qual é objeto da Biologia. Para este autor, o território é conhecido como sinônimo de ambiente, de solo e de recursos naturais. Destaca ainda, que as relações entre a sociedade e o território ocupado por elas são determinadas pelas necessidades de habitação e alimentação. O território é o espaço em que o indivíduo ou uma família encontram sua subsistência, até o espaço necessário para a evolução de um Estado, que deve, assim, pensar na obtenção de mais espaços territoriais. Então, o território passa a ser entendido como substrato que possibilita o desenvolvimento da vida humana.

A partir daí, na geografia política, o território é conhecido como sendo o espaço concreto com seus atributos naturais e socialmente construídos, ocupados por um grupo social (SOUZA, 1995). Etimologicamente, a palavra território é derivada do vocábulo latino “terra”, e no sentido etológico, é entendido como o ambiente de um grupo ou o

ambiente de uma única pessoa. O espaço pessoal de vida e os hábitos, podem ser vistos como um território no qual a pessoa age ou recorre (MACHADO, 2013).

Na tentativa de definir ou lapidar o conceito de território, alguns autores, ao longo da construção geográfica, a exemplo de Raffestin (1993) em *Por uma geografia do Poder*, e Haesbaert (1997), entendem o território como um espaço composto por relações sociais, que podem ser relações de poder.

Haesbaert (1997) faz uma classificação interessante do território em três vertentes, as quais são: a) Jurídico-política, onde o território é um espaço delimitado e controlado, sobre o qual se exerce um determinado poder; b) Vertente cultural, que prioriza representações simbólicas e subjetivas em que, o território é visto como produto da apropriação feita através do imaginário ou da identidade social sobre o espaço; c) Vertente econômica na qual se destaca a desterritorialização<sup>5</sup> como produto espacial do embate entre as classes sociais, e da relação capital-trabalho (HAESBAERT, 1997, p.39).

Raffestin (1993) destaca que o território não está apenas vinculado ao Estado Nacional, e, ainda que estivesse ligado apenas à ele, não seria o suficiente, uma vez que o poder não é exercido apenas pelo Estado. O mesmo autor destaca que todos somos atores que produzimos territórios, ou seja, o poder está nas relações sociais e, assim, é relacional.

O Poder sobre o espaço só é exercido quando fazemos com que este passe a ser território, que, por sua vez, só existe quando apresenta algo que chame a atenção ou desperte interesse através e principalmente, da política e da economia. Neste contexto, o território passa a ser fonte de recursos para o grupo social que sobre ele exerça poder. O exemplo deste processo, também é explicado através da frente de expansão<sup>6</sup> e frente

---

<sup>5</sup>Desterritorialização constitui-se no abandono de territórios criados nas sociedades. Nas palavras de Guattari e Rolnik (1986, p.323), “O território pode se desterritorializar, isto é, abrigar-se e engajar-se em linhas de fuga, e, até sair do seu curso e destruir-se. A espécie humana está mergulhada num imenso movimento de desterritorialização, no sentido de que seus territórios originais se desfazem ininterruptamente com a divisão social do trabalho, com a ação dos deuses universais que ultrapassam os quadros das tribos e etnias e com sistemas maquímicos que a levam a atravessar, cada vez mais rapidamente, as estratificações materiais e mentais”. De forma simplória, afirma-se que a desterritorialização é o movimento através do qual se abandona o território. Sendo que o abono poderá ser espontâneo ou forçado (Haesbaert, 2006). Deste modo, os territórios podem ser construídos ou desconstruídos dentro de escalas temporais diferentes, ou seja, duas fases podem ser discutidas sobre o território. A primeira, refere-se à fase de configuração inicial, enquanto que a segunda trata-se da sua reconfiguração, que pode ser materializada na perspectiva da desterritorialização de um dado lugar, espaço ou região.

<sup>6</sup> A frente de expansão, a qual é a migração de agentes territorializadores sobre determinado espaço ou até mesmo um território, antecede a frente pioneira, são dois processos distintos. Porém, só é possível o desenvolvimento da frente pioneira através da frente de expansão a qual é representado pelo posseiro o indivíduo que desbrava a terra para a produção familiar e bases de troca de mercadoria, ou seja, a terra a qual era de um bem natural que estava à disposição do trabalho do posseiro, como valor de uso, se torna uma mercadoria vinculada as relações de troca, os ocupantes (posseiros) apenas tinham direito moral terra por estarem situados nela trabalhando, a terra é para trabalho e não para trabalho e renda. Na frente pioneira, o direito só se dá pela compra e pela imposição e regulamentação de documentos para legitimar o direito de

pioneira, as quais são movimentos de expansão do capital que ocorrem na área de estudo. A frente de expansão é integrada com a chegada da frente pioneira à formação capitalista, ou seja, o território é formado pelo processo de expansão, o qual define-se pela intensificação geográfica, e, mais que isso, refere-se ao ajuste espacial para uma maior exploração, em que se deslocam indivíduos com uma nova racionalidade econômica, que preza a produção para o mercado e para acumulação de capitais. Para o capitalismo sobreviver, deverá existir um espaço novo para a acumulação (HARVEY, 2005).

Raffestin considera a população, os recursos e o território, como trunfos do poder, e, para ele, não há território sem recursos e sem população. Também destaca uma visão de territorialidade efetivamente humana e social, completamente diferente daquela explicada pelos biólogos, que as relacionam com o comportamento instintivo animal.

Outros autores, a exemplo de Santos (1997) e Bozzano (2000), afirmam que o território é um lugar onde se desenvolvem processos naturais, e neles ocorrem os processos sociais e suas articulações. Nesse contexto, o que ocorre é que o território não é a natureza ou apenas a sociedade, nem as articulações complexas entre a sociedade e a natureza, mas é entendido que a natureza, a sociedade e as articulações estão sempre interligadas.

Pensando na sociedade e nas suas articulações, é importante destacar que as “fronteiras e limites” do território são elementos importantes a serem considerados, pois os limites estão relacionados com os objetos construídos sobre o território, tais como pontes, estradas, vias férreas, atividades de comercialização e de exploração de recursos existentes. E, em adição a isso, nas fronteiras (área de transição e de relações transnacionais) ocorre a delimitação, a demarcação, fatores econômicos, políticos e a jurisdição do Estado como poder central (SPÓSITO, 2004; SAQUET, 2007). Neste âmbito, o território constitui-se de apropriação, domínio, identidade, pertencimento, demarcação e separação.

Conforme Heidrich (2004), o território é a materialização dos limites da fixação, revelando formas de organização complexas. Já sua ocupação, é a ação humana que envolve a manifestação da territorialidade.

O mesmo autor (Heidrich, 2000), afirma que é necessária a ocorrência de uma relação de apropriação das condições naturais e físicas através de uma “organização das relações”, que estabelece que o território é uma produção a partir do espaço, que se envolve no campo do poder.

---

posse da propriedade. Então, verifica-se que na frente pioneira existe uma nova fase de relacionamento com terra a qual é a propriedade privada, sendo ela, a própria mercadoria. Nessa frente a propriedade surge como domínio do trabalho, mas no trabalho acumulado, isto é o capital (MONDARDO, 2007).

Souza (1995), também vai considerar o território como um espaço definido e delimitado a partir das relações de poder. A mesma noção terá Saquet (2003), o qual coloca o território como sendo produzido “espaçotemporalmente” pelas relações de poder por um determinado grupo social. Também destaca, que essas relações são múltiplas, e, desta maneira, os territórios também o são. Esta definição, revela a complexidade social e as relações de indivíduos ou grupos sociais, com uma parcela delimitada do espaço.

O território está ligado à ideia de movimento, e não apenas à fixação (estabilidade), e, por ser assim, existem aqueles que defendem a ideia de território como um conjunto de relações sociais. Contudo, existem aqueles que o reconhecem como substrato físico e componente fundamental das relações sociais (MACHADO, 2013).

É importante destacar, que as relações sociais não envolvem somente as interações entre indivíduos (sociedade), mas também as relações deste com a natureza, permitindo que o território se materialize na diferente espacialização dos processos de modernização e do padrão de degradação ambiental (COELHO; CUNHA, 2003).

A dinâmica estabelecida entre a sociedade e a natureza não é descartável, pois, mesmo em face do atual estágio de desenvolvimento técnico e científico das sociedades contemporâneas, esta não consegue dominar a dinâmica da natureza e os processos por ela comandados.

Sob esta óptica, nossa concepção de bacia hidrográfica como território, é embasada de acordo com as ideias de Saquet (2004) e Rafestin (1993). Saquet (2004) diz que o território é compreendido como chão, área, natureza e ambiente, construído pelas relações sociais que se estabelecem ao longo do processo histórico de transformação do espaço. Rafestin (1993) tem a compreensão de território como relações de poder, e, ao longo deste trabalho, verificar-se-á que a sociedade e seus agentes da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, vão atuar deste modo. A bacia hidrográfica se torna território quando passa a ser meio e objeto de trabalho, de produção, de troca e de cooperação entre os membros da sociedade que a ocupa (DEMATTEIS, 1985). E, adicionalmente, se torna território quando passa pelo processo de territorialização. Desta forma, a bacia hidrográfica a qual, no estágio anterior, era entendida como espaço, passa a ser entendida como território onde a sociedade expressa suas marcas.

Conforme Machado (2013), a bacia hidrográfica tem sido uma unidade ambiental mais adequada para o tratamento dos componentes e da dinâmica das inter-relações entre sociedade e natureza. Não obstante, estudá-la significa analisar uma multiplicidade de relações internas e externas próprias, podendo ser considerada como a expressão da



interação entre sociedade e natureza, que revela-se na mudança das suas características físicas e na constituição histórica do território. A bacia hidrográfica corresponde a um território formado historicamente a partir do espaço. Nela, poderá haver a multidimensionalidade do território que precisa ser explicada e gerenciada, o que significa que estudá-la implica na identificação dos seus componentes principais, a exemplo, as relações do seu contexto histórico.

Através de uma bacia hidrográfica, é possível efetuar a análise das questões, políticas, econômicas e ambientais, em que se entende a mesma como um território, no qual a ocupação humana produz suas marcas ao longo do tempo (MACHADO, 2013).

Para além do entendimento de bacia hidrográfica como área de drenagem física das águas superficiais ou subterrâneas, compostas por canais de drenagem e delimitadas pelos divisores de água, deve-se imaginá-la de uma forma que se sobreponha à delimitação física. Precisa-se entendê-la como o espaço que foi transformado em território pela sociedade que ali se estabeleceu (STRAHLER, 1952; GUERRA, 1993; MACHADO, 2013).

#### 1.1.2. Os processos de Territorialização

Para se compreender o território é necessário entender a lógica dos processos de territorialização e os processos territorializantes. A territorialização é um processo que transforma o espaço, e seu efeito é advindo da ação territorial. Os processos territorializantes podem ser estratégias de ações territoriais.

A territorialização apresenta três características básicas, segundo Gatti (1994) material, simbólica e imaterial. O processo de *transformação material do espaço* é exemplificado através do uso dos solos e da disseminação de objetos que estejam progressivamente orientados à libertação das imposições do espaço. Com o processo de transformação material, haverá sempre o *aspecto simbólico*. A exemplo disto, tem-se o homem que necessita orientar-se no ambiente através de símbolos que são carregados de significados. O homem não pode transformar um espaço sem carregá-los de símbolos. E, não se pode territorializar o espaço sem *carregá-lo de informações e construção de formas de trocas*, que são, a cooperação e comunicação entre a sociedade.

Já os processos territorializantes, são expressos por meio de relações de poder, que transformam espaço em território. Assim, existem cinco formas de processos territorializantes segundo Gatti (1994), as quais são: denominação, delimitação,

comunicação, estruturação e transformação material. O primeiro ato, que cria um território, é realizado dando-lhe um nome, isto é, *denominação*. Um espaço pequeno pode transforma-se em um espaço identificado e, conferindo-se um nome a ele, pode-se agir material e imaterialmente. O que significa que, quando se concede um nome à uma bacia hidrográfica, está-se sinalizando que ela é diferente, simplesmente pela sua denominação (MACHADO, 2013).

A *delimitação* é onde se traçam os limites, podendo ser físicos ou não. Neles, podem ocorrer a identificação e o confronto com outros limites. Pode-se determinar que, traçar limites é um ato material e a sua função é exercer um controle simbólico, no qual ocorre o ato de comunicação com o exterior. Desta forma, o território é formado através da delimitação de limites e fronteiras. Segundo Machado (2013), as bacias hidrográficas não são diferentes, pois quando determinamos os limites de uma bacia, está-se delimitando suas fronteiras, e, logo, diferenciando-a de outras bacias.

Através da *comunicação* existem as relações sociais que criam redes, malhas e nós e, que influenciam as ações territorializantes. Raffestin (1981) já abordara este efeito, o qual dizia que cada agente que participa da produção do território entra em uma relação de poder com outros agentes. Assim, criam-se redes, que podem ser concretas, simbólicas ou imateriais. Os agentes sociais vivem o processo territorial e seus efeitos através de um sistema de relações. Como exemplo, pode-se mencionar as rodovias e hidrovias, que são formas de redes, pois permitem a comunicação do interior com o exterior.

Na *estruturação*, os agentes sociais sempre buscam alcançar objetivos em seus territórios. Estes objetivos podem estar relacionados à construção de um vilarejo, à construção de cidades, ao estabelecimento de áreas de cultivos ou de criação de gados, entre outros. A *transformação material* é um processo que está ligado à mudanças no espaço promovido pela sociedade para atender às suas necessidades. Logo, faz parte do processo de territorialização do espaço (GATTI, 1994; MACHADO, 2013; RAFFESTIN, 1981).

Pode-se perceber que a territorialização é um processo amplo, que transforma o espaço. Para compreendermos como o território se forma, é necessário entender a lógica dos processos territorializantes, que possuem estratégias de ações territoriais que se concretizam com o processo de territorialização.

Desta maneira, pode-se compreender que a ocupação do espaço e a sua transformação na bacia hidrográfica do Rio São Francisco podem ser entendidos como processo territorializantes pois, existem agentes territorializantes que os criam. Pode-se fazer uma

análise ou até mesmo uma reconstituição dos processos territorializantes ao longo do tempo compreendendo as relações de poder existentes, e identificando os agentes sociais, econômicos e políticos responsáveis por essas transformações.

Machado (2013) destaca que o território pode ser analisado de duas maneiras: 1) Reconstruindo os processos territorializantes em cada território, por meio de análises das relações de poder econômicas, políticas ou mesmo culturais; e 2) Analisando o ordenamento atual do território, através de diversas estratificações, individualizando as características, imateriais e materiais da sua formação. Como no início do capítulo, destaca-se que abordar-se-á o conceito de ordenamento territorial. Para tanto, é necessário entendermos a importância e o surgimento deste ordenamento.

### 1.1.3. A importância e Surgimento do Ordenamento Territorial

Na década de 1920, a expressão “Ordenamento do Território” surgiu no Reino Unido e na Alemanha, derivando da necessidade de limitar o desenvolvimento das cidades dentro do seu âmbito territorial. Já na França, a terminologia surgiu por volta de 1950, através do Ministro Francês da Reconstrução e do Urbanismo, como política em decorrência da necessidade de reconstrução de algumas cidades após a Segunda Guerra mundial, pois os problemas gerados pelos conflitos impuseram uma reorganização da sociedade e de seus espaços, sob uma nova perspectiva de desenvolvimento. Alguns países da Europa não desenvolveram conceitos próprios sobre o ordenamento do território, mas adotaram modelos já em uso em outras nações, a exemplo da Espanha e da Itália, que absorveram dentro do seu planejamento o modelo Francês para ordenar seus territórios (OLIVEIRA, 2002).

Na América do Sul, o ordenamento territorial surgiu sob as bases econômicas do modelo desenvolvimentista, sob a competência da administração central que praticava um planejamento centralizado. O Brasil, adotou esse modelo no pós-30, período em que o Estado desenvolvimentista consolidou as principais infraestruturas estratégicas nacionais e, com isso, assume o papel de principal artífice da construção da nação. Porém, esse modelo entrou em crise e começaram a surgir pressões para a implantação de políticas de desenvolvimento regional. Segundo Rückert (2004), no Brasil, a crise do Estado desenvolvimentista se instaura no início da década de 1990, devido aos tempos de globalização financeira e de industrializações crescentemente flexíveis, de sistemas territorializados de produção, de capitais sem compromissos com os lugares, de

investimentos e desinvestimentos em mercados financeiros, oriundos das desregulamentações unilaterais de mercado dos países do Sul, e pelos novos protecionismos de mercado dos países do Norte.

Esses fatores impulsionaram mudanças na estrutura do Estado, e na forma de ordenar o território, passando a haver uma flexibilização em relação ao próprio território (BECKER, 1991). Diante desse novo contexto, a relação que se desenvolve entre o Estado e o espaço se modifica, principalmente pela crescente flexibilização da economia. Dentre essa nova relação que se desenvolve, Lefebvre (1976) afirma que: “a produção do espaço, do território nacional e do espaço físico balizado, modificado e transformado pelas redes, circuitos e fluxos que se instalam, são espaços material-natural - no qual se inscrevem os atos das gerações, das classes e dos poderes políticos como produtores de objetos e de realidades duráveis”. Isto confere ao ordenamento territorial novas características, baseadas na abertura do capital e na modificação das bases produtivas, o que acaba proporcionando a descentralização territorial de políticas, ações e competências, onde os municípios passam a desenvolver suas próprias políticas territoriais, inclusive seu ordenamento.

O Ordenamento Territorial no Brasil se consolidou em 2003, e vem possibilitando aos municípios integrar suas políticas à política nacional. Deste modo, a constituição brasileira adotou o princípio da ação cooperada entre os níveis de governo, cabendo à União, a elaboração de diretrizes gerais nas várias matérias, conforme o inciso IX do artigo 21, que diz: “Compete à União elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social” e, compete aos municípios, segundo o inciso VIII do artigo 30: “[...] promover, no que couber, um adequado Ordenamento Territorial, mediante planejamento e controle do uso do solo, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” (BRASIL, 2001, pág. 22).

Este foi o marco do surgimento, de forma efetiva, do ordenamento territorial no Brasil - denominado Política Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT).

Brasil (2001, pág.51), especifica que: “Ordenar o território exige considerar alternativas de usos possíveis e aceitáveis, além de eleger os usos mais adequados, os quais exigem o conhecimento dos agentes públicos e privados que atuam em um dado território, em seus interesses e em suas práticas de ocupação”. Para compreender o ordenar, é preciso considerar alguns pontos, tais como adequabilidade, aspectos territoriais, econômicos, ambientais, sociais e técnicos. Para pensar nas preocupações de ensino do ordenar, que são

a qualidade de vida, o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente, precisa-se exigir tais critérios.

As aplicações destes critérios supõem a definição de um modelo territorial futuro e um cenário desejável de escala nacional, regional ou local, que se pretende atingir pelo ordenamento. Deste modo, para elaborar um conjunto de políticas territoriais e de instrumentos de planejamento físico que materializem o cenário desejável para o território, é preciso fazer alguns questionamentos, tais como: O que ordenar? Para que ordenar? Como ordenar? Na primeira questão, segundo Santos (2005), ordenam-se os múltiplos usos do território, e seus recursos naturais, coexistentes em um dado tempo em um dado espaço. Pode-se também ordenar as atividades humanas de produção e de reprodução, abrangendo atividades industriais e agrícolas, além das suas formas de ocupação e padrões de produção de bens e serviços.

Na segunda questão, a definição dos propósitos do ordenamento que a ideologia do Estado apresenta no discurso, estão presentes na maioria das leis sobre ordenamento territorial, que são o desenvolvimento socioeconômico equilibrado das regiões, a melhora da qualidade de vida, a gestão responsável dos recursos naturais e a utilização racional do território, ou seja, o aproveitamento das potencialidades, a maximização da produção em consonância com a proteção do meio ambiente. A terceira questão, concentra-se na definição dos critérios de ordenamento, sendo alternativas de usos adequados, e na indicação dos procedimentos para a sua aplicação (SANTOS, 2005).

O ordenamento territorial, na sua operacionalidade pode se estabelecer no processo amplo de negociação entre os agentes envolvidos na tomada de decisões e ações que se materializam e interferem na configuração territorial. Nesse contexto, o Zoneamento Ecológico-Econômico aparece como um instrumento de efetivação da gestão territorial, à medida que, ao constituir-se num instrumento técnico, e de conhecimento acurado da realidade territorial e política de mediação entre diferentes territorialidades, permite o planejamento das diferenças, e é capaz de compatibilizar, de forma pactuada, o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade ambiental, alterando o ambiente institucional das regiões onde opera.

Diante deste contexto, o conceito de Ordenamento Territorial sugere a possibilidade de se discutir, dentro de uma perspectiva total, os diferentes usos que determinada sociedade faz de seu território, além de discutir os usos específicos e seus reflexos na sociedade e no ambiente. Ordenar significa determinar usos, para os quais as relações e

potencialidades entre a sociedade e o meio físico devem ser levadas em consideração e mensuradas (RÜCKERT, 2005).

O ordenamento territorial pode ser uma tradução espacial das políticas econômicas, social, cultural e ecológica da sociedade. Nele, deve haver uma consideração relativa à existência de múltiplos poderes de decisão, individuais e institucionais que influenciam a organização do espaço, o caráter aleatório de todo o estudo prospectivo e a adversidade das condições socioeconômicas e ambientais. O ordenamento territorial também pode ser entendido como o resultado da gestão do território<sup>7</sup>, que por meio de técnicas e normas de uso e apropriação, visa o desenvolvimento harmonioso, o qual busca o melhor aproveitamento do sistema físico e social (CONSELHO DA EUROPA, 1988). O Ordenamento Territorial também pode ser entendido como a correção dos desequilíbrios físicos de um espaço, ou seja, dentro de um caráter sistêmico ou geossistêmico. Existe a visão integrativa caracterizada pela constituição dos elementos ou variáveis naturais, que compõe a paisagem geográfica e os fenômenos tratados nessa paisagem, que encontram-se sob a perspectiva de uma unidade dinâmica, a qual é produto das inter-relações dos elementos físicos, biológicos e antrópicos (AB'SABER; MULLER-PLANTENBERG, 1994). Sendo assim, o ordenamento do território corresponde à vontade de corrigir os desequilíbrios de um espaço, seja ele nacional ou regional, e, que constitui um dos principais campos de intervenção da geografia (BAUD, BOURGEAT, BRAS, 1999).

É com base nesses conceitos, que se buscou destacar, nesta pesquisa, a importância do ordenamento territorial, a fim de identificar qual a contribuição do mesmo para a gestão pública e municipal. Pensar em ordenamento do território em uma Bacia Hidrográfica é também pensar em sua fragilidade ambiental nos usos desenvolvidos, na potencialidade e sua capacidade de suportar determinados usos. Estes usos podem provir das intervenções humanas.

---

<sup>7</sup> Entende-se por gestão, o conceito que integra elementos da administração de empresas e da governamentalidade. A gestão é transportada pelos caminhos da administração pública para o controle e uso dos recursos naturais, humanos, financeiros ou de infraestrutura, caminhos estes, existentes para alcançar as metas das decisões políticas. Seu conceito difere da palavra “ordem”, a qual remete a uma disposição permanente de meios para se obter um determinado fim. Então, gestão do território é um conjunto de práticas que visam o controle das diferenças sócio-espaciais, conforme ressalta Corrêa (1982). Nela, há práticas estratégicas, de cunho científico- tecnológico, do poder no espaço e no tempo. A gestão do território não deve ser confundida com o ordenamento, segundo Cavalcante (2012), em que afirma que ela é antecedente. Nesse sentido, o ordenamento é o resultado das ações política e social, atuando como a tradução das políticas públicas.

#### 1.1.4. Fragilidades dos Ambientes e as Intervenções Humanas

Segundo Spörl; Ross (2004), os sistemas ambientais frente à intervenção humana, podem apresentar maior ou menor fragilidade em função das suas características naturais e, qualquer alteração nas componentes da natureza que podem ser: o solo, relevo, clima, vegetação e recursos hídricos, acarretam no comprometimento da funcionalidade do sistema, o qual pode quebrar o seu estado de equilíbrio dinâmico. Para se entender melhor o seu funcionamento, é importante destacar alguns autores que vão tratar dessa dinâmica, denominada dinâmica geossistêmica na geografia. Grigoriev (1968), afirma que a crosta terrestre, a hidrosfera e a cobertura vegetal, entre outros, formam o estrato geográfico da terra, o que significa que existe um conjunto de fatores que define o ambiente onde o homem vive. Estes conjuntos de fatores estão interligados, devendo ser estudados como parte de um todo e não isoladamente. Sotchava (1977), também vai seguir esta linha de raciocínio, ao dizer que a preocupação central dos estudos na geografia física não é simples, e não se pode somente estudar as componentes da natureza, mas também as conexões entre elas, ou seja, o estudo não deve ficar restrito à morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas extrapolar para o estudo da sua dinâmica, o qual não pode deixar de lado a conexão entre o homem e a natureza.

Tricart (1977) desenvolve um conceito importante na geografia, o qual trata o ambiente sob o enfoque da teoria dos sistemas. Ele parte do pressuposto de que a natureza e as forças de energia e matéria se processam por meio de relações de equilíbrio dinâmico. A proposta da ecodinâmica de Tricart (*op. cit*) é uma abordagem metodológica, cujo objetivo é propor uma geografia física cooperada com a ecologia, e, com esta vinculação, tornar possível o estabelecimento de diferentes níveis de estabilidade do ambiente. Essa abordagem é voltada ao melhor aproveitamento dos recursos naturais, em que sua exploração não ultrapasse a capacidade de suporte do ambiente. Essa teoria afirma que o homem participa efetivamente dos ecossistemas onde vive, modificando-os para atender seus anseios e necessidades. Essas modificações variam conforme os graus de desenvolvimento tecnológico e dos processos históricos e culturais de determinada sociedade, desencadeando adaptações no meio ambiente para que possa adequar-se a essas mudanças.

Sobre esta teoria, Santos (2011), ressalta que Tricart, embora não mencione a teoria do equilíbrio dinâmico, destaca que foi um dos autores que melhor conseguiu aproximar os preceitos estabelecidos na teoria do Equilíbrio Dinâmico de uma aplicação.

Os autores Ross (1994) e Crepani *et al.* (2001), desenvolveram metodologias vinculadas a este conceito de unidades ecodinâmicas. Ross (*op. cit*) utiliza o conceito, estabelecendo unidades de instabilidade em potencial e unidades de instabilidade emergente. Já Crepani *et al.* (1996), desenvolveu o método junto ao INPE, à luz do conceito de ecodinâmica, e utiliza o termo de Unidades Territoriais básicas, em que são estabelecidos graus de vulnerabilidades para os temas de geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima, que podem ser entendidos como “unidades de paisagem natural”. Posteriormente, foi incluído o uso e ocupação da terra chamados de “polígonos de intervenção antrópica”. O objetivo deste método, foi o de subsidiar a proposta metodológica para o Zoneamento Econômico e Ecológico da Amazônia Legal. Entretanto, Spörl e Ross (2004), realizaram uma análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três métodos, com o intuito de confrontar o método proposto por Crepani *et al.* (1996; 2001) a dois outros propostos por Ross (1992, 1994). O resultado consistiu na elaboração de três cartas síntese de fragilidade, as quais tiveram confrontados e avaliados os resultados apresentados por cada método.

O primeiro método proposto por Ross (1994) baseia-se nos Índices de Dissecação do Relevo, cujas unidades de fragilidade são resultantes dos levantamentos de relevo, solos, cobertura vegetal, uso do solo e clima. As variáveis são hierarquizadas em classes, que representam os dígitos de 1 ao 5, em que o primeiro significa o grau de fragilidade muito fraco e o dígito 5, grau de fragilidade muito forte.

O segundo método, sugerido por Ross (1992), baseia-se nas classes de declividade, onde os levantamentos básicos dos elementos físicos são os mesmos do método anterior, porém, os índices de dissecação do relevo não são utilizados com suporte para a construção da carta síntese de fragilidade, mas sim, as classes de declividade que vão de muito fraca (<6%) a muito forte (>30%).

Após a comparação dos três métodos, Spörl; Ross (2004), não conseguiram apontar o mais adequado, pois não foi estabelecida uma comparação dos modelos empíricos com a realidade de campo. Deste modo, aqui propor-se-á, para melhor avaliação dos três métodos de análise da fragilidade ambiental, relacionar aos métodos destacados os problemas de erosão e de perda de qualidade das águas de superfície, avaliando sua morfometria. Esta relação fornece o melhor entendimento e confiabilidade dos dados gerados, e possibilita estimar as consequências futuras (OKA-FIORI, 2002; OKA-FIORI, *et al.*, 2003).

Uma metodologia para diagnosticar a situação em que se encontram os recursos naturais em determinado espaço geográfico, passa a ser um instrumento necessário em um



trabalho de planejamento ambiental ou ordenamento territorial (MOREIRA, 1998; CUNHA, GUERRA, 1996). O planejamento ambiental fundamenta-se na integração dos sistemas que compõem o ambiente, e tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, bem como das necessidades socioculturais e dos interesses econômicos, com a finalidade de manter a integridade dos seus elementos (SANTOS, 2004).

Pensando em um ambiente que pode apresentar diversos graus de fragilidades naturais, é importante também dar destaque às redes de drenagens, já que está se referindo à uma bacia hidrográfica. A bacia hidrográfica é uma unidade básica dos sistemas fluviais, e também pode caracterizar-se em ser uma unidade territorial de muita importância para análise dos sistemas dinâmicos. A sua dinâmica comanda os fluxos hídricos a partir do escoamento superficial e a partir do escoamento em canais, drenando sedimentos - que são cargas de fundo em suspensão - para uma saída comum. No sistema fluvial, são feitas as trocas de energia e materiais com um sistema circunvizinho. As contribuições a este sistema são: água e sedimentos derivados de rochas subjacentes (CHISTOFOLETTI, 1981; CHARLTON, 2008).

Outra característica importante de uma bacia hidrográfica é a sua morfologia, e, de acordo com Tucci (1997), a morfologia de uma bacia de drenagem pode determinar, dependendo das suas características, uma maior ou menor rapidez e intensidade dos efeitos da precipitação. O seu grau de energia e sua suscetibilidade à ocorrência dos processos erosivos deposicionais, são medidos ou avaliados através das características morfológicas. Estas características também podem inferir na intensidade de denudação e amplitude do soerguimento, contribuindo para a avaliação de possibilidades de urbanização.

Silveira (1997) destaca que a bacia hidrográfica tem o papel hidrológico de transformar uma entrada de volume, que é concentrada no tempo, neste caso, a precipitação, em uma saída de água, o qual é o escoamento, de forma mais distribuída no tempo. A hidrologia é influenciada pelas características físicas das bacias, que são as suas formas de drenagem, área, sistema de drenagem e relevo.

Christofoletti (1969) faz uma contribuição importante sobre as análises morfométricas em uma bacia hidrográfica, ao categorizar que o estudo de aspectos relacionados à drenagem, ao relevo e ao substrato rochoso, pode levar à compreensão de diversas questões associadas à dinâmica do ambiente local. Desta forma, a análise morfométrica da rede de drenagem por meio de uma representação longitudinal, pode ser uma valiosa ferramenta, principalmente quando aliada a estudos geomorfológicos.

A análise do perfil longitudinal consiste em um método que destaca a utilização de dados de altitude e extensão do canal, para gerar uma curva de ajustamento logaritmo côncavo ascendente, onde se verificam as maiores declividades nas nascentes e as menores em direção à foz, podendo ser, a representação gráfica, característica de rios em estado de equilíbrio (KNIGHTON, 1998).

Para esta representação gráfica, Hack (1973), desenvolveu uma proposta de análise chamada Relação Declividade *versus* Extensão – RDE, podendo ser chamada também de *Stream-Gradient Index* ou SL, a qual é relação *Slope vs Length*, o que significa declive da drenagem de um determinado trecho *versus* extensão da drenagem ou de um trecho específico. Esta proposta tem como elemento, índices práticos para determinar anomalias na concavidade natural do perfil longitudinal, o que possibilita a normalização de valores de gradiente e identificação de anomalias de drenagem em cada trecho de seu curso. Um rio pode sofrer contínuas alterações no seu perfil longitudinal, devido às variações no escoamento e na carga sólida, o que representa irregularidades no seu leito, assim como as corredeiras e depressões. O rio tenta eliminar, ao longo do canal, tais irregularidades podendo se transformar em um perfil longitudinal côncavo e liso com declividade regular para transportar a sua carga (CUNHA, 1996). Existem outros fatores que podem influenciar no perfil longitudinal, os quais são: variações na resistência à erosão do substrato rochoso, erosão remontante por mudança brusca em nível de base à jusante e deformações neotectônicas locais ou na bacia de drenagem (ACKLAS JR. *et al*, 2003).

Como se pode observar, existem variedades de diagnósticos que são dinâmicos em bacias hidrográficas. Sendo assim, as análises morfométricas em uma bacia hidrográfica tornam-se uma ferramenta importante quando se pensa em uma unidade que deve ser administrada para diminuir os impactos ambientais. Pois, uma bacia hidrográfica é a unidade integradora dos fatores sociais e naturais, e, através dela, pode-se acompanhar as mudanças que são feitas pelo homem e as respostas da natureza (CUNHA; GUERRA, 1996).

Outra ferramenta que pode ser utilizada em bacias hidrográficas, refere-se ao uso do mapa de fragilidade ambiental, comumente utilizado nos órgãos públicos para se pensar o planejamento territorial e ambiental. Este mapeamento permite avaliar as potencialidades do meio ambiente, compatibilizando suas características naturais com suas restrições, e, de acordo com Ross (1994), para se estudar um território é necessário pressupor o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural, com ou sem as intervenções das ações humanas. Este estudo é feito de forma integrada com o objetivo da

elaboração de um Zoneamento Ambiental, devendo partir de uma metodologia baseada na compreensão das características e da dinâmica do ambiente natural, e do meio socioeconômico, buscando a integração das diversas disciplinas científicas, por meio da síntese do conhecimento da realidade que é pesquisada. Assim, com a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades ambientais e emergentes, é possível proporcionar definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico territorial, a qual pode servir de base para o zoneamento, e fornecer subsídios à gestão ou ordenamento do território (SPORL; ROSS, 2004).

É importante destacar que Ross elaborou duas propostas, as quais também serão utilizadas nesta pesquisa (Figura 02). A primeira baseia-se nos estudos geomorfológicos, enquanto que a segunda relaciona-se com a fragilidade dos ambientes naturais e emergentes (antropizados). Na primeira, Ross (1992) salienta as questões taxonômicas do relevo e as suas diferentes proporções, bem como as formas do terreno, suas explicações genéticas, e sua relação com os demais componentes da natureza. Ele explica que a superfície terrestre é composta por formas de relevo de diferentes táxons, possuindo diferentes idades e dinâmicas. Nesta proposta, verifica-se que a divisão taxonômica do relevo se constitui em seis táxons: 1) Unidade morfoescultural I (bacias sedimentares); 2) Unidade morfoescultural II (planaltos em patamares, planaltos, chapadas e depressões periféricas); 3) Unidade morfológica ou padrão de formas semelhantes (padrão em colinas, padrão em formas tabulares e em morros); 4) Formas específicas de relevo (colinas, formas tabulares, formas de morro, cristas); 5) Tipos de vertentes (côncava, convexa, retilínea); e 6) Formas provenientes de processos atuais (voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos). Na segunda proposta, Ross (1994) destaca a avaliação de forma integrada das componentes do meio físico (solos, relevo, clima, entre outros), em que o princípio se baseia na funcionalidade intrínseca das componentes físicos e bióticos da natureza, tendo como base o conceito da Unidade Ecodinâmica de Tricart (1977), o qual está sob o prisma da teoria dos sistemas.

A partir desta análise, tem-se como produto uma carta de fragilidade ambiental. E, para elaboração desta carta, é necessário utilizar produtos cartográficos que são intermediários, sendo eles: cartas pedológicas, geomorfologia, declividade, cobertura vegetal e uso da terra. A partir da análise destes produtos, tem-se a classificação das unidades ecodinâmicas estáveis e instáveis, que torna possível a distinção entre os graus de fragilidade potencial e emergente. Para determinar a instabilidade *potencial* de um ambiente, consideram-se apenas os aspectos naturais. Já para determinar a instabilidade

*emergente*, é preciso considerar que as atividades humanas desestabilizaram o equilíbrio dinâmico. Este equilíbrio é frequentemente alterado pelas intervenções antrópicas nos diversos componentes da natureza, daí a importância de se estudar a relação do homem com a natureza. E, como foi destacado nos conceitos anteriores sobre o indivíduo como ator social, o qual transforma o espaço em território, este estado de equilíbrio é alterado. Conforme estas intervenções, os ambientes quando estão em equilíbrio dinâmico, são estáveis, e, quando estão em desequilíbrio, são instáveis. Desta forma, pode-se afirmar que o homem participa efetivamente dos ecossistemas onde vive, modificando-os para atender aos seus anseios e necessidades. As interferências variam conforme o grau de desenvolvimento tecnológico e os processos históricos e culturais de uma determinada sociedade, desencadeando adaptações no ambiente para que possa adequar-se a essas mudanças.

## Capítulo 2

---

### 2.1. ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO: PROCESSO DE COLONIZAÇÃO AGRÍCOLA E DESMATAMENTO EM RONDÔNIA

O Estado de Rondônia teve seu processo de frente de colonização agrícola desde os anos 40 e 50. Porém, foi no final da década de 60 e início da década de 70, que se apresentou um histórico de desenvolvimento marcante, porém concomitantemente controverso. Seu processo foi iniciado com a implantação dos programas de colonização do governo federal ao longo da BR-364, em 1968. Os objetivos dos programas eram de estabelecer contingentes populacionais, melhorar as condições de existência da população, promover o crescimento econômico e usar os recursos naturais para a agricultura (PEDLOWSKI, *et al*, 1999).

Os principais projetos de colonização foram: o Poloamazônia<sup>8</sup>, o PIN<sup>9</sup>, o PIC<sup>10</sup> e Polonoroeste<sup>11</sup>, além de programas de assentamento do INCRA, colaborando efetivamente para o cenário de transformações do uso da terra na região, herdando-se com isso uma série de problemas sócio ambientais, desencadeados pelo aumento do fluxo de migrantes em busca de terras e trabalho, atraídos também pelo surto da exploração mineral. Somado aos projetos de colonização, o Polonoroeste constituiu, provavelmente, o primeiro zoneamento de Rondônia, cuja gestão apresentou uma série de controvérsias (THÉRY, 2012; BRASIL, 1979 a).

O programa Polonoroeste foi concebido pelas autoridades governamentais como um projeto “desenvolvimentista” e o seu enfoque principal foi a pavimentação da BR-364. No decorrer do projeto, foram feitas negociações com o Banco Mundial, para definir a inclusão de outros programas, tais como melhorias nas redes de estradas secundárias e vicinais, consolidação de projetos existentes de colonização, criação de novos projetos de assentamento, regularização fundiária, serviços de saúde, proteção ambiental e apoio para comunidades indígenas. Segundo Milikan (1998), os componentes de proteção ambiental e de apoio às comunidades indígenas foram incorporados ao Polonoroeste sobre pressão do Banco Mundial. Já em meados dos anos 80, a execução do Polonoroeste mostrava-se comprometida por graves problemas, como a abertura de estradas e criação de projetos de assentamento em áreas de baixa aptidão agrícola, falta de coerência de políticas agrícolas

---

<sup>8</sup> Programas de Pólos Agropecuários e Minerais da Amazônia

<sup>9</sup> Projeto de Integração Nacional

<sup>10</sup> Projeto Integrado de Colonização

<sup>11</sup> Programa de Desenvolvimento da Região Noroeste do Brasil - Polonoroeste

nos projetos de assentamento de pequenos agricultores e, principalmente, pela ineficácia das ações de fiscalização ambiental sobre o desmatamento e exploração madeireira, especialmente em áreas de unidades de conservação e indígena, e, finalmente, a propaganda governamental que caracterizava o novo Estado de Rondônia como um novo Eldorado, estimulando a migração descontrolada para a região. Estes problemas repercutiram em danos à imagem pública do Banco Mundial e, após uma avaliação de meio termo do programa envolta de pressões de Organizações Não Governamentais (ONGs) e de parlamentares de vários países, o banco decidiu suspender temporariamente os desembolsos do Polonoroeste.

Na mesma década, o governo de Rondônia, com apoio técnico de consultores do Banco Mundial, iniciou a elaboração do Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO, o qual foi aprovado em março de 1992, com o objetivo de implantar uma abordagem mais aperfeiçoada para o manejo, a conservação e o desenvolvimento dos recursos naturais do Estado. Para o governo estadual, o principal interesse no projeto era a manutenção do fluxo de recursos externos do banco após encerramento do Polonoroeste e, para o Banco Mundial, um novo projeto em Rondônia representava a oportunidade de reverter problemas socioambientais de expansão “desordenada” da fronteira, que acompanharam a execução do Polonoroeste nos anos 1980, e, ao mesmo tempo, reparar danos relativos à sua imagem pública (MILIKAN, 1998; KOHLHEPP, 2002).

Na elaboração do PLANAFLORO, definiu-se uma série de propostas chamadas de “inovadoras”, destacando-se o ZSEE como um novo instrumento de planejamento regional e de ordenamento territorial. Outras atividades previstas no programa incluíam o manejo de unidades de conservação, e proteção ambiental, entre outros. Este modelo desenvolvido na década de 90 teve financiamento parcial do Banco Mundial, cuja alternativa então, foi a de elaborar o ZSEE de Rondônia. Deste modo, através de diversos mapas produzidos sobre o Estado como, da situação fundiária e rodoviária, de aptidão agrícola de solos, de cobertura vegetal, das áreas indígenas e das áreas de conservação, utilizou-se para tanto a ferramenta de imagens de satélite LANDSAT, que para a época, era uma ferramenta inovadora, a quais foram aliadas a dados de campo. Assim, foi possível obter a versão preliminar do zoneamento. Esta versão foi submetida às chamadas consultas públicas, para a incorporação de sugestões e correções metodológicas, o qual resultou na primeira aproximação do ZSEE de Rondônia, tendo como suporte legal o Decreto Estadual nº 3.782 de 14.06.88. (RELATÓRIO Nº 8073-BR, 1992).

Nesta primeira aproximação, seis zonas foram definidas e publicadas na escala de 1:1.000.000<sup>12</sup>. Já em 1991, houve uma lei Complementar de nº 052, para elaborar a segunda aproximação e, nela, o ZSEE ficou dividido em três grandes zonas (MILIKAN, 1998; RONDÔNIA, 2001; RONDÔNIA, 2002; KOHLHEPP, 2002; RONDÔNIA, 2003).

Porém, na implantação desta lei, houve diversos conflitos de interesse, pois o PLANAFLORO foi baseado na concepção de desenvolvimento sustentável, e, durante sua execução, os diferentes agentes sociais envolvidos estiveram permanentemente em conflito. De um lado, o governo e suas agências privilegiavam as ações voltadas para o desenvolvimento econômico, do outro, as ONGs privilegiavam as ações voltadas para a sustentabilidade, entendidas como a demarcação e a proteção de grandes áreas do território (MILIKAN, 1998).

As mudanças políticas locais também influenciaram a execução do projeto, de tal forma que, ao seu final, mesmo tendo passado por profundas modificações, os resultados para a implantação do desenvolvimento sustentável junto às populações de seringueiros, índios, ribeirinhos e pequenos agricultores, não foram satisfatórios.

Durante algumas negociações finais entre autoridades governamentais e o Banco Mundial acerca do empréstimo para o PLANAFLORO, um grupo de ONGs e movimentos sociais de Rondônia levantou uma série de questões sobre a elaboração do projeto e sua capacidade de reverter os problemas socioambientais que tinham acompanhado o Polonoroeste. As ONGs questionavam a falta de participação popular na elaboração do projeto, a distância das metas avançadas e o comportamento dos órgãos governamentais em Rondônia.

Neste sentido, as autoridades governamentais e a gerência do Banco Mundial questionavam as críticas feitas pelas ONGs. No entanto, a situação mudou em março de 1990, quando o Secretário do Meio Ambiente, chamado Lutzenberger, enviou uma carta ao Presidente do Banco Mundial, solicitando maiores participações das ONGs no planejamento e implementação do PLANAFLORO. Nesse momento, o Governo de Rondônia e o Banco sentiam-se pressionados a chegar em um acordo com as ONGs. Em junho de 1991, logo após a posse do Governador Osvaldo Piana, o Banco Mundial visitou Rondônia para retomar as negociações sobre o PLANAFLORO. Por iniciativa do Banco, foi organizada uma reunião com representantes de ONGs locais e nacionais. Após as negociações, foi assinado um documento, denominado “Protocolo de Entendimento”, entre

---

<sup>12</sup> Os dados utilizados, foram compilados do RADAMBRASIL (1978), na escala de 1:1.000.000, sendo este o motivo da primeira aproximação do ZSEE/RO ter sido publicada na mesma escala.

o governo de Rondônia e as ONGs, garantindo a sua participação institucional em várias comissões responsáveis pelo planejamento, monitoria e avaliação do PLANAFLORO. Entretanto, a implementação prática do PLANAFLORO tem sido prejudicada por uma série de entraves, evidenciados pela persistência de problemas socioambientais que caracterizavam a execução do POLONOROESTE (desmatamento acelerado, ocupação em solos de baixa aptidão agrícola, conflitos pela terra, invasões em áreas indígenas e unidades de conservação) (MILIKAN, 1998).

Uma das principais causas de desvios no PLANAFLORO foi a persistência de debilidades e contradições em diversas políticas públicas, perante as diretrizes do desenvolvimento sustentável. Como exemplo de incoerências na formação e implementação de políticas públicas durante o PLANAFLORO, destacam-se alguns aspectos, tais como deficiências na legislação estadual do ZSEE, deficiências na aplicação da legislação sobre unidades estaduais de conservação (no que se refere aos procedimentos técnicos e às responsabilidades institucionais nas atividades de criação e implementação de UCs), persistência da prática do INCRA em criar projetos de assentamentos em áreas impróprias, desconsiderando as diretrizes do zoneamento, e persistência de políticas e práticas de licenciamento ambiental que incentivaram atos de degradação ambiental, além de derrubadas ilegais e exploração madeireira (PODLOWSKI, 1999; SILVA 2016).

O resultado destes problemas, principalmente no que se refere ao desmatamento, pode-se verificar na Tabela 01, em que destaca Rondônia, já no ano de 1999, com a maior taxa de desmatamento anual da Amazônia Legal, perdendo apenas para os estados do Pará e Mato Grosso. Cerca de 13,66% de sua área total, já havia sido desmatada, o que corresponde à perda de 235.800 ha de florestas.



Tabela 01 - Taxa de desmatamento dos Estados que constituem a Amazônia Legal.

Região /Estado	Área desmatada (%)	Área passível de desmatamento Legal (%)	Participação no desmatamento/ano 1999	
			(ha)	(%)
<b>Amazônia Legal</b>	<b>15,5</b>	<b>19,0</b>	<b>1.725.900</b>	<b>100</b>
Acre	8,6	17,2	44.100	2,56
Amapá	3,3	16,9	0	0
Amazonas	2,4	13,2	72.000	4,13
Roraima	2,8	5,8	22.000	1,25
Mato Grosso	26,5	29,5	696.300	40,34
Pará	17,3	15,5	511.100	29,61
Rondônia	<b>25,7</b>	<b>17,9</b>	<b>235.800</b>	<b>13,66</b>
Maranhão	43,7	33,4	123.000	7,13
Tocantins	30,8	36,6	21.600	1,27

Fonte: Gama (2005), base de dados no Ministério do Meio Ambiente (MMA) / Secretaria de Coordenação da Amazônia (SCA) (2002), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2001), IMAZON (1999), MMA / SCA (2001).

A taxa de desmatamento representada na Tabela 01, pode confirmar que o ZSEE do Estado de Rondônia, embora possa ser reconhecido como um importante instrumento de planejamento para definir critérios de investimentos públicos e privados, ainda é deficiente na preservação dos ecossistemas frágeis e/ou representativos por meio do ordenamento do uso dos recursos naturais, pois, é perceptível a falta de consonância entre tal instrumento de planejamento e a real aplicação de seus resultados, devido, em grande parte, à questões políticas. Assim, pode-se verificar que infelizmente, desde sua promulgação como lei, não tem sido eficaz na proteção das UCs de uso direto e indireto, nas reservas indígenas, criadas ao longo do projeto, e que ocupam 50% da área do Estado, visto que foram invadidas por madeireiros, garimpeiros, pecuaristas e agricultores (NUNES, 1996; PODLOWSKI, 1999; SILVA 2016).

Os problemas que surgiram devido à ocupação desordenada da terra e insucessos dos programas de colonização e agropecuários instaurados na década de 70, 80 e 90, seguem até hoje como desafios para a pesquisa e para as plataformas de políticas públicas, cujos problemas são reproduzidos fielmente na área da bacia do rio São Francisco, dentre os quais destacam-se a ocupação espacial desordenada, pastos ociosos e capoeiras improdutivas, perdas de biodiversidade, descaracterização e invasão de áreas protegidas e

apropriação de terras de populações tradicionais, com consequentes desintegrações culturais, culminando no agravamento de problemas sociais.

Conforme Nunes (2014), a forma de ocupação que foi deflagrada a partir dos anos 1970 em Rondônia, parece se repetir na bacia do Rio São Francisco, pois as características de ocupação que ocorreram na porção central do Estado, a partir daqueles anos, são bem semelhantes e, o povoado de União Bandeirantes (pertencente à bacia), é originário desta porção central do Estado. Nunes (*op.cit*), também ressalta que, em se tratando de Amazônia, o ZSEE de Rondônia foi um marco nos programas de conservação do meio ambiente, porém, ao longo desses anos, nenhuma discussão foi levantada sobre sua atualização e já se passaram 14 anos da sua promulgação (lei complementar nº 233/2000). Atualmente, a dinâmica social que ignora o zoneamento, apresenta grandes problemas, de ordem ecológica e fundiária.

#### 2.1.1. O Zoneamento e Desmatamento na Área da Bacia do Rio São Francisco

As diretrizes das três grandes zonas do Estado, encontram-se da seguinte forma: Zona 1 - Possui alto nível de ocupação e potencial natural para exercer atividades socioeconômicas que devem ser estimuladas sob o controle do manejo dos recursos naturais; Zona 2 - São níveis de ocupação humana inexpressivos, que constituem-se de áreas de uso especial, destinadas à conservação dos recursos naturais; e Zona 3 – São áreas institucionais, Legalmente Protegidas – ALP’S da lei complementar 233/2000. Das nove (9) subzonas existentes em todo o Estado, quatro (4) estão presentes na área de estudo, sendo estas as subzonas 1,2; 2,1; 3,1; e 3,3. Somam-se à estas subzonas, os dados da estrutura fundiária da bacia do Rio São Francisco, sendo eles Projetos de Assentamentos: Nilson Campos e São Francisco. Também em destaque, estão as terras Indígenas dos Karipunas e a Reserva Extrativista Jaci Paraná (Figura 02).

Sobre a RESEX Jaci Paraná, houve uma ação curiosa, que deve ser analisada. Em 2014, houve, através do ato do poder legislativo de Rondônia, a descaracterização da sua condição de Unidade de Conservação de Uso Sustentável. Segundo a Assembleia Legislativa, a suspensão desta reserva seria uma resposta ao apelo de milhares de produtores rurais que temiam ser despejados dessas áreas (CRUZ, 2014). Porém, esta ação foi “derrubada” através de uma liminar do presidente do Tribunal de Justiça de Rondônia, o desembargador Rowilson Teixeira. Esta liminar se posicionou contra a Assembleia Legislativa, pois a mesma não teria o poder de decidir sua descaracterização. Segundo o Ministério Público, a extinção desta reserva somente poderia ser promovida por lei e não

por decretos e, de acordo com este órgão, a Assembleia Legislativa teria violado os princípios da Legalidade, da Moralidade, da Supremacia do Bem Público Ambiental e da Vedação do Retrocesso Ambiental. Após o julgamento, a decisão foi de que o Estado de Rondônia deveria promover medidas para retirar todos os ocupantes ilegais, ou seja, todos aqueles que não se enquadrassem no conceito de população extrativista da unidade de conservação (COUTINHO,2015).

O desmatamento em Unidades de Conservação no Estado de Rondônia, tem sido intenso. A RESEX Jaci Paraná é apenas um dos exemplos que ocorrem no Estado. As reservas que estão na mesma situação são: Floresta Nacional Bom futuro, Área de Proteção Ambiental do Rio Madeira, Floresta Estadual de Rendimento Sustentado do Rio Madeira B e a Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Rio Vermelho C, sendo estas, áreas de entorno da Bacia.

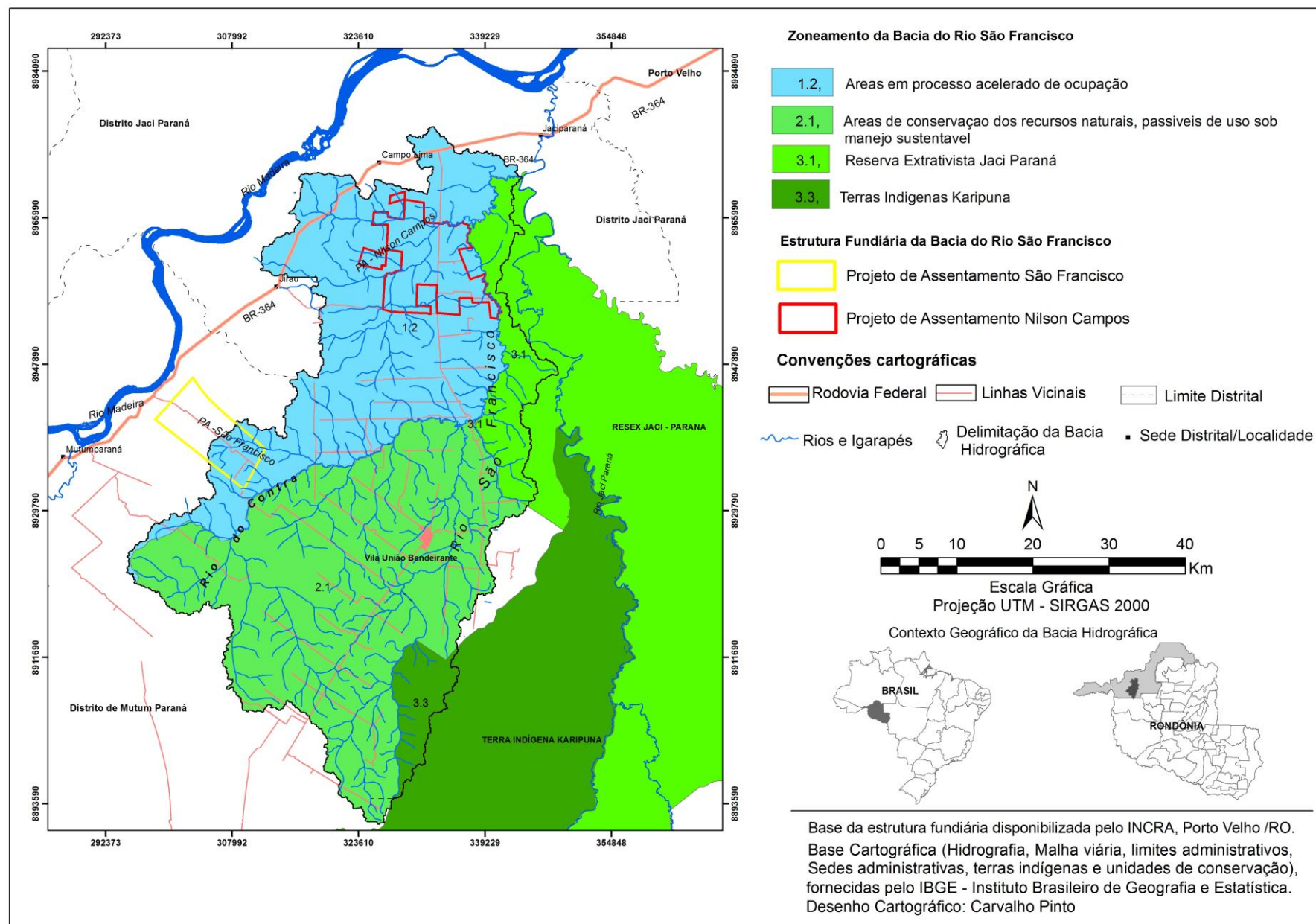


Figura 02: - Cartograma de Zoneamento Socioeconômico e Ecológico (ZSEE) da Bacia do Rio São Francisco.  
Fonte: Banco de dados do PLANAFLORO (Rondônia, 2001).





Conforme laudos emitidos pelo Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM (2007), estimou-se que mais de 60% (115 mil hectares) da RESEX ficou sujeita à ocupação de grileiros e madeireiros. Segundo o laudo, com a comercialização da madeira ilegal calculou-se que foi roubado e queimado um volume de 1.875.000 m<sup>3</sup> de madeira proveniente das áreas, até julho de 2007.

Apesar de a RESEX ser destinada exclusivamente às populações extrativistas tradicionais, foi dominada por não extrativista. Em adição a isso, a violência no local é extrema, gerando a morte de seringueiros e de lideranças comunitárias, tanto que, após quinze anos da RESEX, menos de 50% da população originária permanece na área (GTA, 2008).

Pode-se verificar que existe uma fragilização no entorno da bacia do Rio São Francisco, no sentido em que esta população continua avançando nestas unidades, que por sua vez, têm a função de impedir o avanço das atividades antrópicas. Estas áreas estão sob forte pressão de fazendeiros, grileiros, madeireiros e de projetos infra-estruturais pensados para a Amazônia (NUNES, 2014). Na bacia, pode-se destacar a trajetória de desmatamento, chegando ao ápice a partir de 2004 e 2005, onde houve, nestes anos, a promulgação da lei complementar n°308, de 09 de novembro de 2004, que descaracterizou a Subzona 2.1 (Áreas de Uso Especial), conforme Tabela 03 e Figura 04 demonstram.

Tabela 03: Série histórica do desmatamento na Bacia do Rio São Francisco

Ano	Área Desmatada (km <sup>2</sup> )	%
1990	60,48	2,68
1993	65,64	2,91
1996	144,46	6,41
1999	217,23	9,64
2002	292,17	12,97
2005	599,85	26,63
2008	809,45	35,93
2011	1170,73	51,97

Fonte: Nunes (2014).

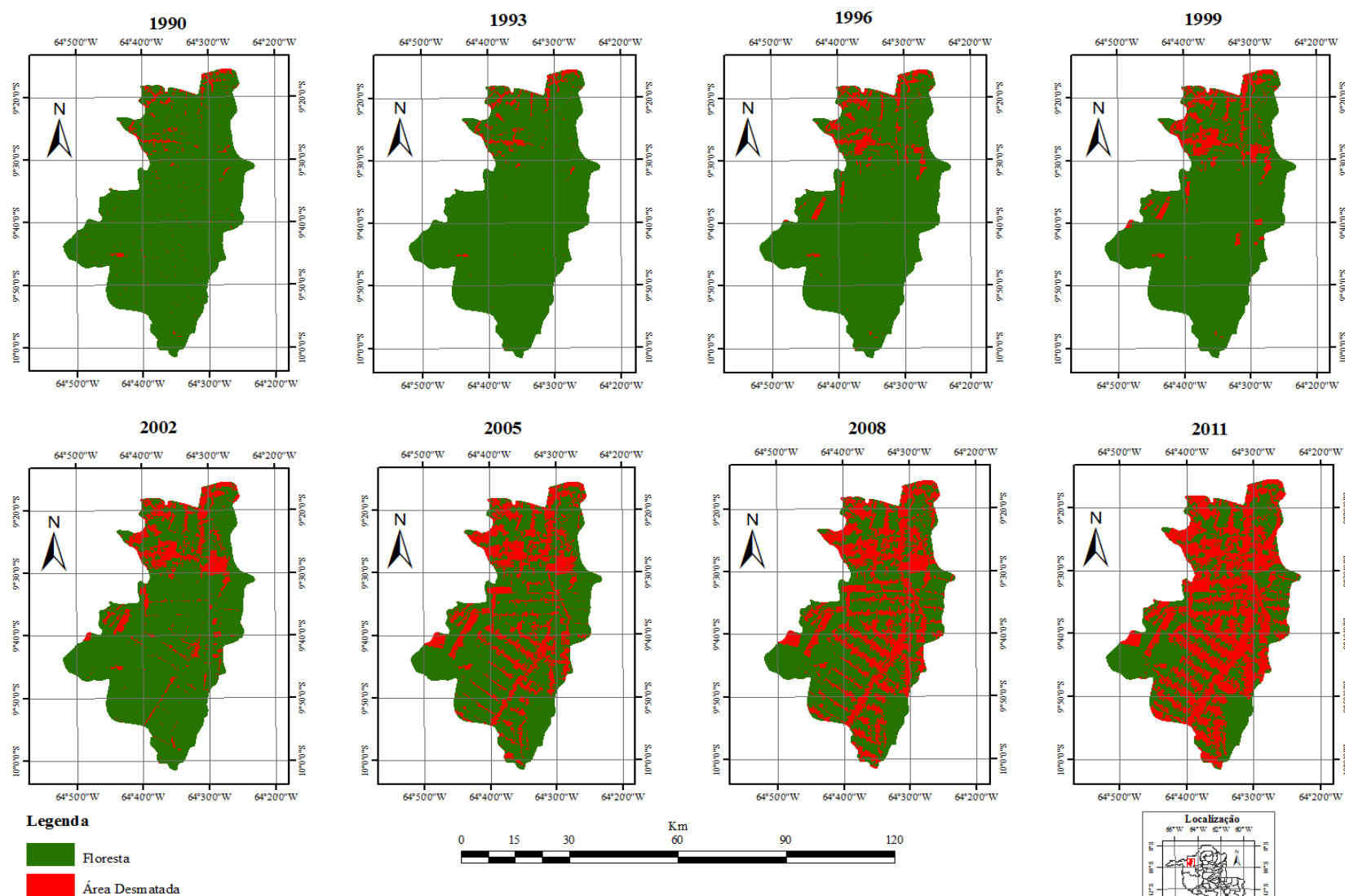


Figura 04: Série de Desmatamento na Bacia do Rio São Francisco  
 Fonte: Nunes (2014).

Pode-se perceber, através da Figura 04, que o cenário de desmatamento na bacia surgiu na década de 90, mas tornou-se mais intenso a partir do ano de 2005, ano em que foi descaracterizada a subzona 2.1. O desmatamento na bacia, resultante da ação antrópica pelo uso da terra, está calcado, principalmente, na expansão da pecuária a qual é uma das indicadoras do desmatamento nesta área (NUNES, 2004; CABRAL, 2007; CAVALCANTE, 2008).

Na descaracterização da Zona 2, na Bacia do Rio São Francisco, existe uma série de contradições que espelham estratégias e ações de interesse pessoal e político. Exemplo: a Zona 2 tem sido desconsiderada pelo próprio governo de Rondônia (Mandato de Ivo Cassol entre os anos de 2002 a 2008).

O objetivo deste governo foi, através da criação de novas unidades de conservação e implementação de políticas setoriais, expedir autorizações de desmatamento e exploração através da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM), o que acarretou na facilidade de madeireiros explorarem a zona sem nenhum planejamento. O motivo que explica este fato está relacionado à família do ex-governador, que detém várias fazendas na Zona 2, e, por isso, realizou-se uma “regulamentação” da exploração dos seus usos. Contudo, verificou-se a existência de algumas irregularidades nesta regulamentação, tanto que, no ano de 2003, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) tiveram que suspender os planos de manejo irregulares, e anular os atos administrativos ilegais (GTA, 2008).

Em 2000 e 2002, o INCRA expediu, irregularmente, documentos de posse para grupos madeireiros na Zona 2, ato que, segundo o órgão, foi realizado pois o IBAMA aprovou documentos precários de manejo florestal, e os planos de manejo, em sua maioria, foram questionáveis no sentido em que indicava o uso de talhão único, o qual permitia a extração predatória de manejo em milhares de hectares.

O exemplo e resultado desta ocorrência estão no Projeto de Assentamento São Francisco. Nele, pode-se verificar, através da Figura 05, a queima da floresta após a retirada da madeira de valor comercial. O que agrava a situação, é que depois de toda a retirada da floresta, a área é convertida para o uso da pecuária e não para o remanejamento, o que indica o Plano de Manejo Florestal Sustentável, na sua teoria (CAVALCANTE, 2012).





Figura 05: Queima da floresta em área de manejo florestal no Projeto de Assentamento São Francisco  
Fonte: Cavalcante ( 2012).

O mesmo processo de uso irregular, está na Floresta Estadual de Rendimento Sustentável (FERS), do Rio Mequéns, que desapareceu na segunda aproximação do zoneamento, após ser invadida por fazendeiros. Entre eles, verificou-se o filho do ex-governador Ivo Junior Cassol. Para este, a SEDAM efetuou licenciamento ambiental com reserva legal, contemplando 50% da área do imóvel (GTA, 2008).

Além deste caso, é importante destacar que as próprias diretrizes de uso da Zona 2 (Lei 233/00) demonstram ambiguidades, pois, essa lei afirma que as atividades agropecuárias existentes devem ser mantidas, mas sem estímulo à sua expansão. No entanto, não existe uma indicação de como isso seria realizado na prática, o que nos leva a concluir que existem várias lacunas que conduziram ao estímulo de desmatamento nesta zona, tanto que a mesma fora transformada em Subzona 1.3 (zona agropecuária). Os resultados do desmatamento são representados na Figura 06, a seguir.

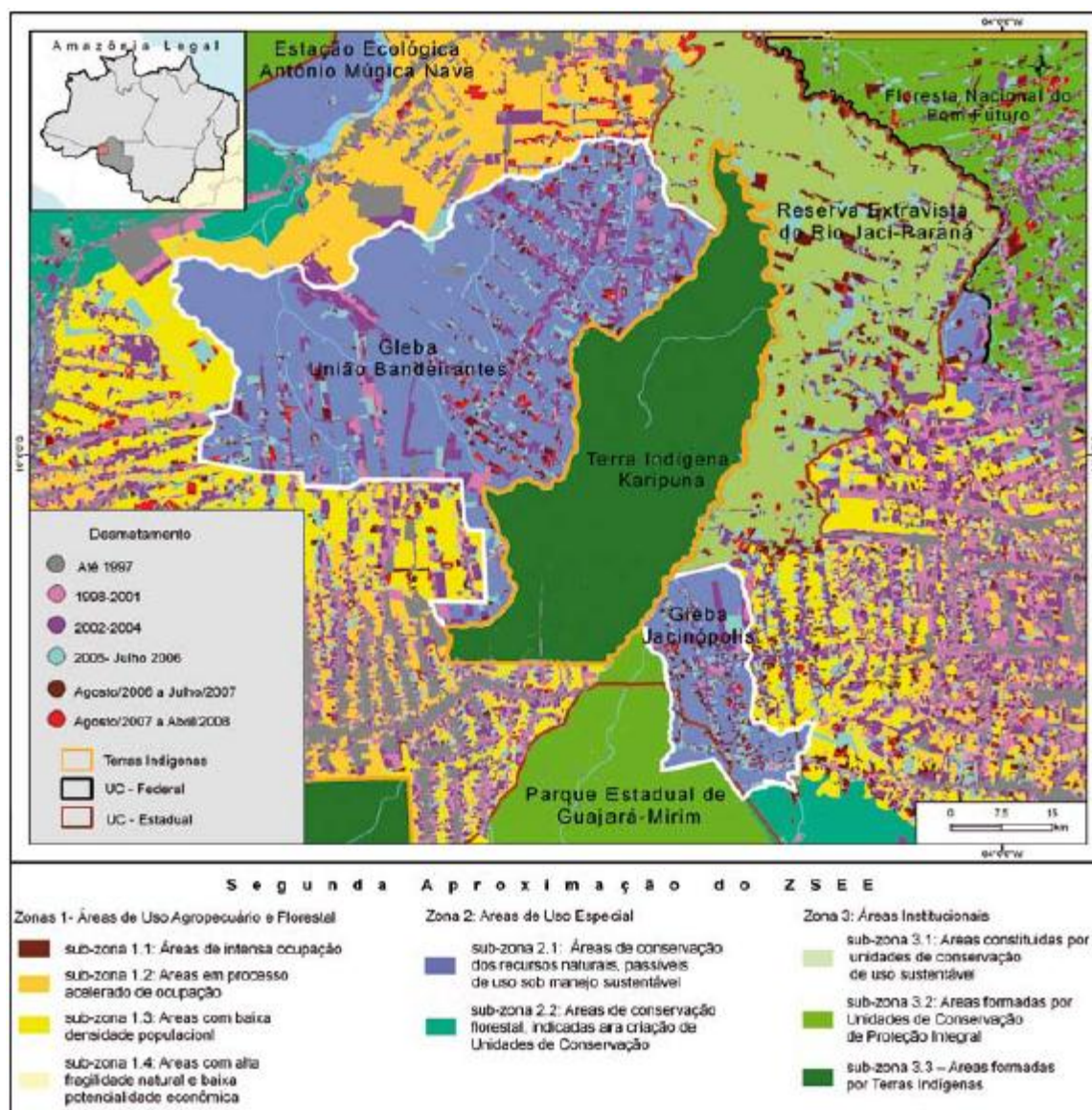


Figura 06: Evolução do desmatamento em União Bandeirantes e áreas adjacentes.  
Fonte: Grupo de Trabalho Amazônico (GTA, 2008).

Com os desmatamentos em áreas protegidas, em destaque a Zona 2, foi decidido, em 2004, através de uma Ação Civil Pública, movida pelos Ministérios Públicos Estadual e Federal, uma liminar da justiça federal, que determinou a proibição de novos assentamentos, de autorizações de desmatamentos e de exploração madeireira na Região de União Bandeirantes (área pertencente à bacia do Rio São Francisco) e Jacinópolis (áreas da Zona 2.1). Esta liminar teve como objetivo embargar a área, paralisando todas as atividades nela existentes. Nestas áreas, houve e ainda existe, a intensa ocupação por madeireiros, grileiros, pecuaristas e políticos locais, que não respeitaram o zoneamento. A liminar da justiça não teve muita importância para estes agentes sociais, pois simplesmente não foi cumprida. Conflitos sobre a liminar existiram, a exemplo da manifestação na BR-



364 em 2004, ocasião em que a mesma foi bloqueada, e teve como objetivo chamar a atenção das autoridades para a solução do problema de ocupação (Figura 07).

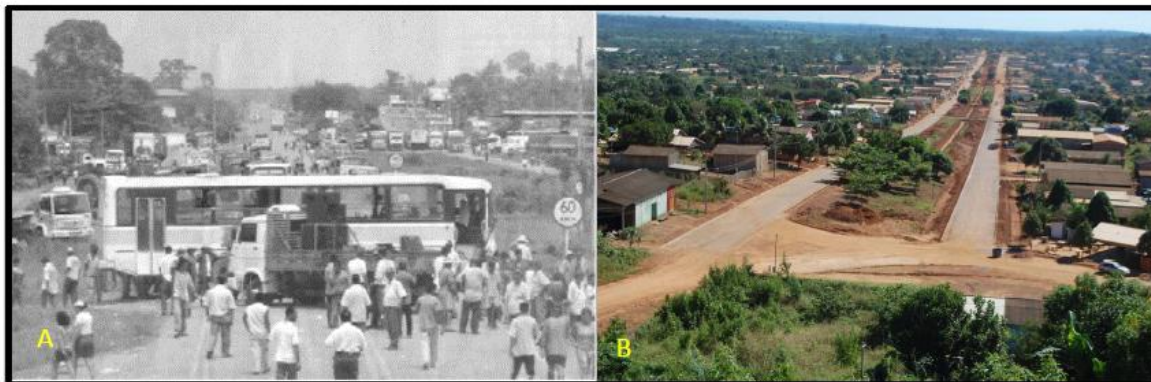


Figura 07- (A) manifestantes colonos de União Bandeirantes em 2004, (B) atual União Bandeirantes. Fotos: Primeira imagem de Cavalcante, (2008) e segunda imagem da autora (2016).

A Assembleia Legislativa de Rondônia entra em ação a favor destes agentes, e aprova a lei complementar nº 308/2004 transformando em zona agropecuária (Subzona 1.3) as áreas de União Bandeirantes e Jacinópolis, as quais eram consideradas Subzonas 2.1. O resultado desta ação custou, nos anos posteriores (2005, 2008 e 2011), o total de 1170,73 Km<sup>2</sup> de área desmatada.

Atualmente, na Zona 2, não existe controle sobre aberturas de estradas e várias áreas estão em processo avançado de destruição, formando assim, loteamentos para uso agropecuário. A falta de regulamentação da Zona 2 e o tratamento dispensado pelo Governo de Rondônia da época, (Zona da segunda aproximação do zoneamento de Rondônia) serviu, na prática, apenas como uma estratégia para “liberar” áreas para a exploração madeireira predatória e sua eventual conversão em grandes fazendas de pecuária extensiva (GTA, 2008).

A área de União Bandeirantes continua embargada pelo Ministério Público, e verifica-se que o problema de ocupação ainda não foi resolvido e as terras continuam irregulares, no sentido de que não existe a documentação de posse de terras, pois não são reconhecidas pelo INCRA. A irregularidade contínua dessa área abre brechas para algumas especulações fundiárias, tal como a que ocorreu em função da construção das usinas hidrelétricas de Jirau, que, segundo Cavalcante (2012), destacou-se como um processo contendo impactos especulativos. A bacia do Rio São Francisco, neste caso, está sob a influência direta e indireta destas Usinas, e sofreu os seguintes impactos territoriais: impactos especulativos, imediatos e processuais. Entende-se que os impactos especulativos, é um estágio onde há uma expectativa da sociedade quanto às possibilidades de geração de emprego, em

decorrência de grandes projetos de construção e infraestrutura, em que poderá haver desenvolvimento econômico e investimento na construção civil. No impacto especulativo, há uma tendência de ocorrer um crescimento populacional, antes mesmo da verdadeira efetivação de qualquer projeto de infraestrutura que indique desenvolvimento, ou seja, os impactos - sejam eles positivos ou negativos - ocorrem antecipadamente à materialização do projeto, e resultam na geração da especulação fundiária ou imobiliária. A construção da grande usina hidrelétrica de Jirau é um exemplo claro deste fato. Apesar das boas expectativas da sociedade, também existem as preocupações e as inseguranças referentes aos danos ambientais que este “desenvolvimento” poderá trazer ao próprio futuro dos que foram afetados ou desterritorializados (CAVALCANTE, 2012).

Após os impactos especulativos, ocorrem os impactos imediatos, que se definem pela materialização do processo (CAVALCANTE, *op.cit*). Toda a expectativa que havia no primeiro processo é modificada e, com isso, pode-se verificar que os danos ambientais e sociais são maiores em relação ao desenvolvimento econômico, fator que ocorreu principalmente em Jaci Paraná, sendo eles:

- Deslocamento da população no entorno do canteiro de obras (processo de desterritorialização, resultando em problemas de ordem cultural, social, ecológica e econômica);
- Custos elevados de serviços relacionados à construção civil em decorrência da demanda do setor imobiliário;
- Fluxo e concentração da população masculina e, por consequência, formação de prostíbulos (um Distrito que antes apresentava uma população 2.849 pessoas, passa a receber 20.000 trabalhadores, em sua maioria homens);
- Aumento das demandas pelos serviços públicos, como saúde, saneamento, educação e segurança, sendo este um fator que o setor administrativo não consegue controlar; e
- Desmatamento em toda a área de influência, principalmente na área que foi inundada e que deu início ao comprometimento das espécies de animais.

Cavalcante (2012) conceitua os impactos processuais e os exemplifica a partir dos empreendimentos hidrelétricos do Rio Madeira. De acordo com esta autora, os impactos processuais são desencadeados a partir de uma ação, neste caso, a implantação das hidrelétricas. Neste processo, o que ocorre é que os problemas identificados, que até então

eram responsabilidades do setor privado (empreendimentos), passam a ser responsabilidade do poder público. Quando se tem a realização da construção das hidrelétricas, fato este que se denomina materialização, o processo passa a ser imediato. Com o desenvolvimento do empreendimento hidrelétrico, os impactos que ocorrem são desencadeados e geram conflitos, neste caso, já existentes na área. Um desses conflitos são as pressões em áreas destinadas à conservação pelas atividades econômicas, tais como as verificadas na RESEX Jaci Paraná e em áreas adjacentes. O exemplo dessas pressões reside, principalmente, na insistente ocorrência de desmatamento nessas áreas. Este estágio é identificado como impacto processual, e também pode ser explicado através do conceito de frentes de expansão.<sup>13</sup>

Outro exemplo desse impacto, ocorreu em 2014, quando houve a enchente do Rio Madeira, e as instituições públicas, como os Ministérios Público Federal e Estadual, entraram com uma ação civil pública contra o IBAMA, o Consórcio Energia Sustentável do Brasil (Usina de Jirau) e o Consórcio Santo Antônio Energia (Usina de Santo Antônio), obrigando as hidrelétricas a atender imediatamente as necessidades básicas (moradia, alimentação, transporte, educação, saúde etc.) da população atingida. Além disso, ainda houve o pedido para suspender as licenças das mesmas até que novos estudos fossem feitos pois, para o poder público, a culpada de haver tal fenômeno, seria a Usina. Entretanto, o mais intrigante, é que a partir da enchente do Rio Madeira, a Assembleia Legislativa Estadual, aprovou a Lei nº 1193/2014, permitindo a abertura de estrada na Unidade de Conservação Guajará Mirim e em suas áreas adjacentes e entre ela, a reserva Indígena Karipuna. A justificativa para a abertura da estrada seria o teor do decreto nº 18.608, de 13 de fevereiro, que declarou situação de emergência nos municípios de Rondônia, afetados por inundações. Esta estrada, seria utilizada em caráter transitório e emergencial e, com isso, iniciou-se sua abertura. No entanto, antes das enchentes ocorrerem, já havia uma ordem judicial vedando qualquer atividade tendendo à abertura de estrada dentro das Unidades de Conservação, pois, já havia forte interesse político na abertura desta estrada, a qual é identificada como BR 421. A mesma, já havia sido iniciada com 10 km, clandestinamente construídos por madeireiros, grileiros, entre outros. Os políticos noticiaram a abertura da estrada através do projeto de lei, desconsiderando a ordem judicial

---

<sup>13</sup> A frente de expansão é integrada com a chegada da frente pioneira à formação capitalista. Para Becker (1990), “é difundido o mito da sociedade oficial, isto é, do Estado e suas frações, em que a fronteira era vista como um “espaço vazio”, e, portanto, representava um avanço das relações capitalistas. Para a autora, o mito do espaço vazio serve de válvula de escape a conflitos sociais em áreas densamente povoadas, além de áreas de campo aberto para investimentos”. A expansão é a intensificação geográfica e, para o capitalismo sobreviver, deverá existir um espaço novo para a acumulação (HARVEY, 2005).

emanada da sentença proferida pela Juíza da 5ª Vara Federal Ambiental e Agrária da Justiça Federal de Rondônia (LUCIO DE PAULA, 2014).

Com a inundação colocando em risco a vida das pessoas, a Assembleia Legislativa Estadual apresentava o discurso de que seria “necessário garantir o **tráfego permanente** em condições razoáveis, tanto para a população, quanto para o escoamento necessário de produtos da região, abastecimento de cidades, distritos, vilas e povoados”. Porém, verificou-se que, há bastante tempo, interesses políticos e econômicos permeiam as decisões de abertura de estrada nestas áreas.

Com a pretensão de derrubar a liminar proferida na ação civil pública 2602-91.1995.4.01.4100/RO (sentença prolatada pela Juíza Federal da 5ª Vara Ambiental e Agrária da Justiça Federal de Rondônia), a Assembleia Legislativa aprovou a lei estadual 3.317/2014, com o pretexto de retirar os municípios de Guajará Mirim e Nova Mamoré de um suposto isolamento por conta das inundações. Somente com base nessa lei estadual, o Estado de Rondônia iniciou as atividades de execução da abertura da estrada, a qual, em princípio, se afigurava lícita, tão somente em face da presunção de constitucionalidade da Lei Estadual (Ministério Público Federal - MPF, 2015).

A referida lei foi criada para burlar a sentença proferida e viabilizar a abertura da estrada parque. A sentença da Juíza Federal da 5ª Vara Ambiental e Agrária da Justiça Federal de Rondônia, foi clara em impedir a construção da BR-421 dentro da Terra indígena dos Karipunas e do Parque Estadual de Guajará Mirim. Desse modo, o Ministério Público Federal de Rondônia demonstra a clareza da sentença e da impossibilidade da construção da estrada/rodovia em qualquer área no interior e no entorno do Parque Estadual de Guajará Mirim, inclusive, os mesmos ressaltaram que os 10 km de estrada, clandestinamente já abertos naquela ocasião, causaram grandes prejuízos ao objeto tutelado.

Pode-se perceber que esses problemas, considerados impactos processuais, inicialmente começaram no setor privado, e, posteriormente, foram gerenciados pelo poder público, apesar dos interesses políticos. Estes impactos são, de certa forma, uma estratégia de apropriação do território para o uso dos recursos naturais, como salienta Cavalcante (2012). Assim, o desmatamento e o fenômeno das cheias no Rio Madeira, são impactos processuais que ocorreram após a implantação das hidrelétricas, e são atos constantes, pois ainda são desencadeados e formulam, de certo modo, a territorialização nestas áreas.

## Capítulo 3

---

### 3.1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ANÁLISE DA BACIA

Para o entendimento do ordenamento do território na Bacia do Rio São Francisco e da sua fragilidade ambiental, foi necessário primeiramente o entendimento e a obtenção de uma demanda de várias informações. Estas informações seguem, em algumas etapas, como um instrumento que dão suporte à pesquisa, e ajudam a compreender o processo de territorialização, que está ligado à frente de expansão na bacia (migração de agentes territorializadores em novas áreas). Os métodos adotados para caracterizar a fragilidade do ambiente, que têm como objetivo o Ordenamento Territorial, foram proposto por Ross (1994), Christofletti (1980) e Crepani *et al.* (2001). Inicialmente, buscou-se, por meio das concepções teóricas-metodológicas, demonstrar como o território é estabelecido e organizado, para então, compreender o ordenamento do território como resultado da gestão territorial, que, por sua vez, é consequência das ações políticas e sociais, as quais, contribuem para o padrão de organização que se estabelece sobre o território (Figura 08).

Entende-se que dentro deste processo, está a territorialização e seus respectivos impactos, sendo eles: especulativos, imediatos e processuais (Figura08). No impacto especulativo, têm-se, como exemplo, as Hidrelétricas do Rio Madeira e as estradas criadas, que fazem parte da criação de redes, malhas e nós as quais são vias de comunicação. Ainda neste processo, têm-se as ações dos agentes territorializantes que estruturam o território e, no caso da bacia do Rio São Francisco, são representados pelos pecuaristas, agricultores e madeireiros. Através das ações destes agentes, é evidenciada a formação da Especulação Fundiária, a qual gera outro processo, sendo ele: o impacto imediato onde se registra o processo da desterritorialização. A desterritorialização está representada no deslocamento compulsório da população diretamente afetada pelas hidrelétricas. É neste momento que se verifica o processo de migração desta população para outras áreas, entre elas, a bacia do Rio São Francisco, onde localiza-se a vila principal de União Bandeirantes. Com o processo de migração, se formam as frentes de expansão, também chamadas de frentes de ocupação territorial e pioneiras, que se encontram vinculadas ao desmatamento na área de estudo (Figura 08).

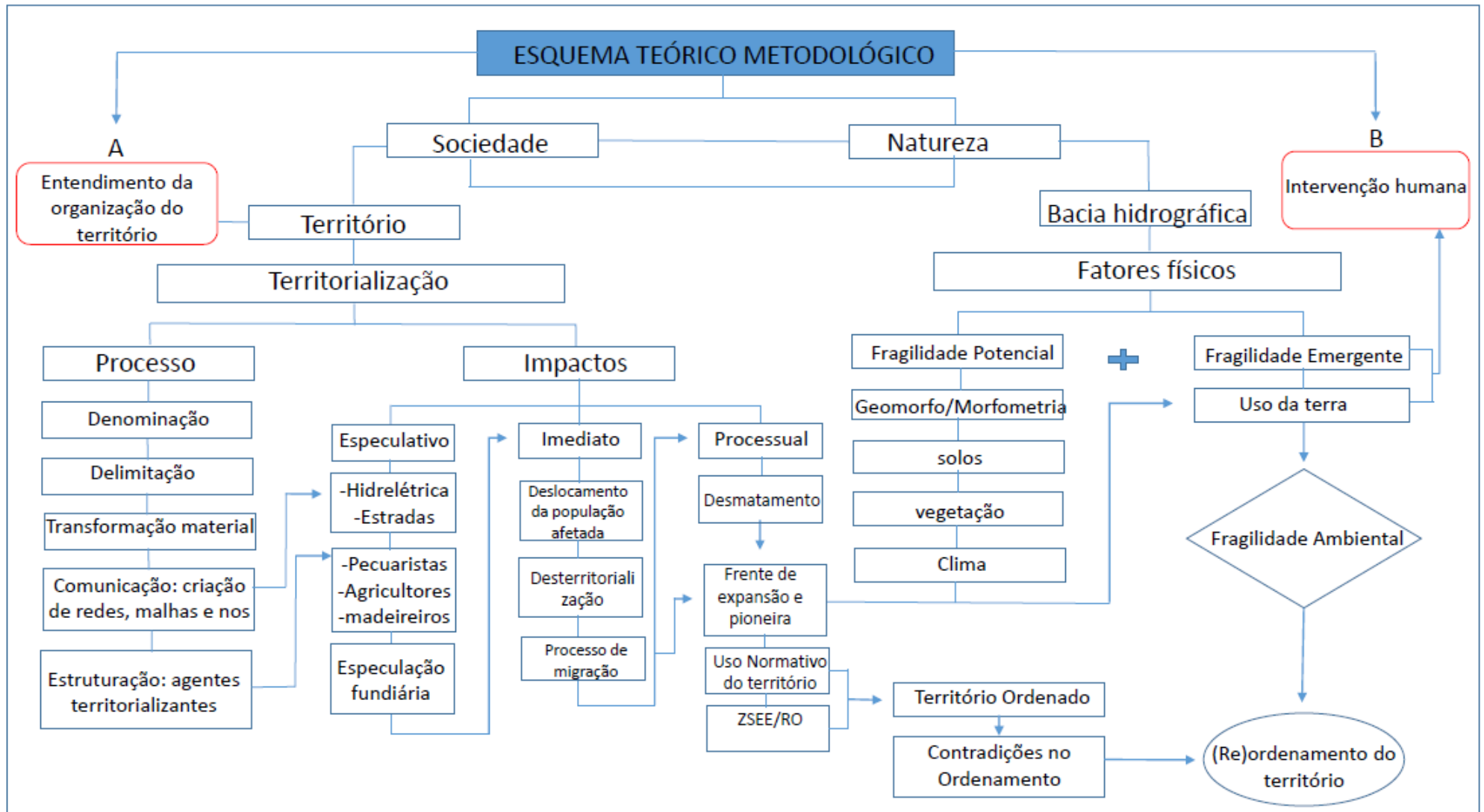


Figura 08: Entendimento do processo teórico-metodológico. Elaborado por Carvalho Pinto, 2016.



O posseiro, definido como o pequeno produtor rural desde a década de 70 em Rondônia, representa o principal agente territorializador, pois é o que desbravou e desbrava as novas áreas, gerando um desmatamento intenso, não só em Rondônia, mas em toda a Amazônia, através de projetos de colonização implantados pelo governo federal desde as décadas de 60 e 70. O modelo do desmatamento através de abertura de novas áreas se repete na área de estudo (frente de expansão), e se estrutura através da marginalização dos primeiros agentes (posseiros ou agricultores), que são forçados a abrirem novas áreas. A expansão pioneira pode ser representada por novos agentes territorializadores, tais como latifundiários e pecuaristas, e constitui-se no avanço das relações capitalistas e no campo aberto para investimentos.

As frentes pioneiras e de expansão são um instrumento auxiliar na descrição e na compreensão dos fatos, bem como nos acontecimentos das fronteiras (MARTINS, 1997). As frentes pioneiras são consideradas um processo permanente de expulsão, pois contribuem para a resolução dos problemas das estruturas sociais e econômicas de outras regiões, deslocando-se do centro à periferia (COY, 1988).





O deslocamento progressivo das frentes de expansão tem sido um dos modos pelos quais se dá o processo de reprodução ampliada do capital, chamado de modo de expansão territorial. Esse modo de expansão tem sido o que se dá através do deslocamento das chamadas frentes pioneiras. Ambas representam faces e momentos distintos da mesma expansão, ou seja, tanto a frente de expansão quanto a pioneira, refletem a expansão do capital sobre inúmeros territórios. Com a necessidade de avanço e exploração do capitalismo para novos territórios, tem-se o movimento sobre a frente de expansão, denominado de frente pioneira, isto é, a frente de expansão é integrada com a chegada da frente pioneira à formação do capitalismo. As concepções de frentes de expansão e pioneiras estão centradas na figura do posseiro, sendo ele o desbravador. Com a chegada dessas frentes, e conseqüentemente com a chegada do desmatamento, destaca-se em Rondônia a necessidade da Criação de um Zoneamento realizado através do Programa Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO (figura 08). Através deste programa, o zoneamento destaca-se como um instrumento legal, cujo uso é normativo do território, porém, o mesmo apresentou contradições na sua implementação. Através das contradições e do grau de fragilidade do ambiente (levantamentos dos fatores físicos da área onde se tem as fragilidades potencial e emergente), percebe-se a necessidade de haver o (Re) Ordenamento do Território, neste caso, na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

### 3.1.2 Trabalho de Campo










O trabalho de campo constitui-se como uma importante etapa da pesquisa, e as expedições realizadas na área resumem-se em duas. Na primeira expedição, houve o reconhecimento da área de estudo, onde a observação foi de caráter exploratório e permitiu registrar alguns fatos. Nessa expedição, foram percorridos 487 km, onde realizou-se o levantamento de áreas com ocorrências de cicatrizes de erosão; e comparações entre as feições de relevo residuais, entre a geologia e os solos.




Para tanto, foi utilizada a base de dados de Rondônia (2001)<sup>14</sup>, PLANAFLORO e do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2007) na escala de 1:100.000. Para realizar a busca das cicatrizes, adotou-se o GPS como ferramenta de localização das mesmas, cuja descrição foi realizada em formulário próprio, seguido de registro fotográfico, organizado no Quadro a seguir.

Quadro 01: Observações das Cicatrizes de erosão na bacia do Rio São Francisco

Observação	Foto
<p><b>Ponto: 1</b> Neste ponto, foi identificado, a 2.000 m da foz do Rio São Francisco, processos erosivos. Verifica-se que a margem esquerda do rio é côncava, e naturalmente deveria apresentar traços de deposição, porém, é possível verificar também que o rio é protegido nesta margem pela mata ciliar. Na parte convexa do rio (margem direita), verificamos indícios de erosão, provavelmente provocados pelo pisoteio do gado, onde identificou-se que o tipo de uso da área é a pecuária. O questionamento, provocado neste ponto (parte convexa) é que, naturalmente, não deveria ocorrer deposição, por ser retilíneo. No entanto, este processo foi identificado. Este rio mede 50 m de largura. <b>Coordenadas:</b> E: 341213 e N: 8970784</p>	
<p><b>Ponto: 2</b> Verificou-se que existe entulhamento no rio intermitente, neste apresentavam-se ravinas nas encostas. Provavelmente, a ação antrópica foi a causadora do assoreamento do rio, pois identificou-se atividade pecuária no local. Observando os dados do PLANAFLORO de solos e campo, verificou-se que o solo é vulnerável, caracterizando-se como solo Concrecionário, distrófico, bem drenado, de textura argilosa e pedregosa. <b>Coordenadas:</b> E:0333750 e N: 8968572</p>	
<p><b>Ponto: 3</b> Processo de assoreamento no leito do rio. Na observação em campo, no momento em que foi feito o registro da foto, havia precipitado e o rio apresentava-se de cor turva. O solo, segundo dados do PLANAFLORO, caracteriza-se como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico de textura franco. Também, identificou-se atividade pecuária. <b>Coordenadas:</b> E: 0333687 e N: 8966184</p>	
<p><b>Ponto: 4</b> Identificou-se o rio do Contra. Neste rio, existe um desnível que causa maior velocidade, e uma possível soleira, que está causando a formação do lago. <b>Coordenadas:</b> E: 0333666 e N: 8965306</p>	

<sup>14</sup> O motivo de escolher os dados do Planaflo, foi que este é o único documento oficial do Estado de Rondônia que apresenta escala de maior detalhe. Porém, no relatório técnico do Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – Planaflo, explica que os dados foram gerados na escala de 1:100.000 e publicados na escala de 1:250.000.

<p><b>Ponto: 5</b> Relevo residual. Neste ponto, a área mede 125 m de altitude e conforme dados da CPRM (2007), apresenta uma formação sedimentar de arenito arcossiano e conglomerado. Conforme dados de solos do PLANAFLORO, os solos da área são Concrecionário distrófico de textura argilosa e pedregosa. <b>Coordenadas:</b> E: 0333476 N: 8960515</p>	
<p><b>Ponto: 6</b> Verificou-se o processo de assoreamento no leito do rio e atividade pecuária. Este ponto está entre os solos Concrecionários distrófico de textura argilosa e pedregosa e, Latossolo vermelho amarelo distrófico de textura franca. <b>Coordenadas:</b> E: 0333437 e N: 8959747</p>	
<p><b>Ponto: 7</b> Neste ponto, também verificou-se processo de assoreamento no leito do rio e atividade pecuária. Provavelmente, o principal causador das cicatrizes de erosão são o desnudamento do solo e a intensidade da chuva, somados ao fator do pisoteio do gado no local. Também identificou-se um terraço de abatimento (tipo de processo erosivo). <b>Coordenadas:</b> E: 0333415 e N: 8959332</p>	
<p><b>Ponto: 8</b> Relevo ondulado, com seu topo plano, com desnível de 30 m a 186 m. O tipo de uso identificado foi da pecuária. Os solos, neste ponto, são os Concrecionários distróficos, argiloso e pedregoso. Na reclassificação da EMBRAPA (2013), caracteriza-se como Plintossolos. <b>Coordenadas:</b> E: 0333347 e N: 8957551</p>	
<p><b>Ponto: 9</b> Relevo residual, morros, e um morro testemunho de rocha arenítica (Arenito). <b>Coordenadas:</b> E: 0325048 e N: 8954949</p>	
<p><b>Ponto: 10</b> Rio São Francisco, com aproximadamente 50 m de largura. <b>Coordenadas:</b> E: 0337223 e N: 8940841</p>	
<p><b>Ponto: 11</b> Identificou-se o rio do Contra na curvatura. Esta curva do rio chamou a atenção, por representar, na carta de localização com a hidrografia da bacia, um formato quase circular. A preocupação, neste caso, era verificar se a área apresentava ocorrências de inundações. Conforme dados geológicos da CPRM (2007), este ponto apresenta algumas falhas estruturais e uma grande cobertura detrito-laterítica que podem explicar a anomalia que o rio apresenta. <b>Coordenadas:</b> E: 0335555 e N: 8927287</p>	
<p><b>Ponto: 12</b> Relevo ondulado, localizado na suíte intrusiva Serra da Providencia. Identificou-se rochas ígneas. No topo deste relevo, a altimetria é de 197 m, e sua base de 170 m. Conforme dados geológicos da CPRM (2007), neste local, existem: granito rapakive, cahamockito, manganito, monzogranito, sienogranito, rochas máfica e ígneas. Os solos são os podzólicos amarelo distrófico, argiloso e pedregoso. O tipo de uso identificado foi da pecuária. <b>Coordenadas:</b> E: 0321051 e N: 8915258</p>	
<p><b>Ponto: 13</b> Relevo residual, com seu topo de 173 m e a sua base com 139 m. O uso identificado foi da pecuária. O solo nesta área, caracteriza-se como um Podzólico amarelo distrófico, argiloso e pedregoso. <b>Coordenadas:</b> E: 0321936 e N: 8919497</p>	

<p><b>Ponto: 14</b> Erosão (voçoroca e ravina) com relevo ondulado. Fotos: 8472/8473. Próxima ao Rio do Contra. <b>Coordenadas:</b> E: 334382 e N: 8943367</p>	
<p><b>Ponto: 15</b> Rio São Francisco – Margem degradada. <b>Coordenadas:</b> E: 333789 e N: 8969263</p>	
<p><b>Ponto: 16</b> Igarapé do Rio do Contra: 0256/0257 <b>Coordenadas:</b> E:315801 e N: 8933966</p>	

Fonte: Trabalho de campo (2013).

Conforme as observações de campo, foi identificadas as cicatrizes de erosão, provocada pela falta de cobertura vegetal e, principalmente, pelo pisoteio do gado. É importante destacar, que nesta etapa, foram percorridos apenas 487 km, o que não equivale ao total da área. Todavia, estas observações demonstram a realidade dos assoreamentos na maioria dos rios e estradas da Bacia do Rio São Francisco. Em destaque, está o ponto 14, localizado em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, bem drenado e franco, sob relevo ondulado, apresentando ravinas e voçoroca.

A segunda expedição esteve centrada na participação de levantamentos de dados do Uso e Cobertura da Bacia do Rio São Francisco, com base nos estudos realizados por Nunes (2014). Para o levantamento de dados de uso e cobertura foram feitas 03 expedições, com equipe alternada entre os pesquisadores do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental - LABOGEOPA. O uso e cobertura da terra foram obtidos a partir da adaptação da proposta de método do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Brasil, 2006 b).

Este levantamento teve importância crucial, pois qualificou e expressou a dinâmica dos processos de uso e cobertura que estão em curso na região. A identificação dos usos teve duas fases distintas: a primeira, de gabinete, esboçou-se, a partir da interpretação das cartas-imagens, as tipologias de cobertura e ocupação, e a característica da bacia; na segunda fase, identificou-se e confirmou-se suas tipologias. Esses dados permitiram discutir quais as trajetórias de ocupação que historicamente caracterizaram ou caracterizam a área.



O levantamento dos usos foi registrado em formulário de campo, e o procedimento adotado foi a mensuração da quilometragem a ser percorrida e a quantificação do número de pontos amostrais possíveis de serem mapeados. Para tanto, foi plotada uma imagem de satélite, com bandas 5R, 4G e 3B, em que todos os pontos foram feitos levando-se em consideração a totalidade das rodovias existentes na bacia do rio São Francisco. Os pontos identificados foram também fotografados, para que, na dúvida quanto à caracterização das tipologias de uso, pudesse fazer confirmações ou retificações em laboratório. Nesses registros fotográficos dos pontos, foram estabelecidos códigos para cada fotografia, com as respectivas coordenadas de sua localização. Também foram anotadas informações a respeito de cada foto na ata e fichas de campo, em forma de quadro, para consulta dos números das fotos e tabulação posterior em gabinete. O total de pontos coletados foram de 103, especializados conforme a Figura 09.

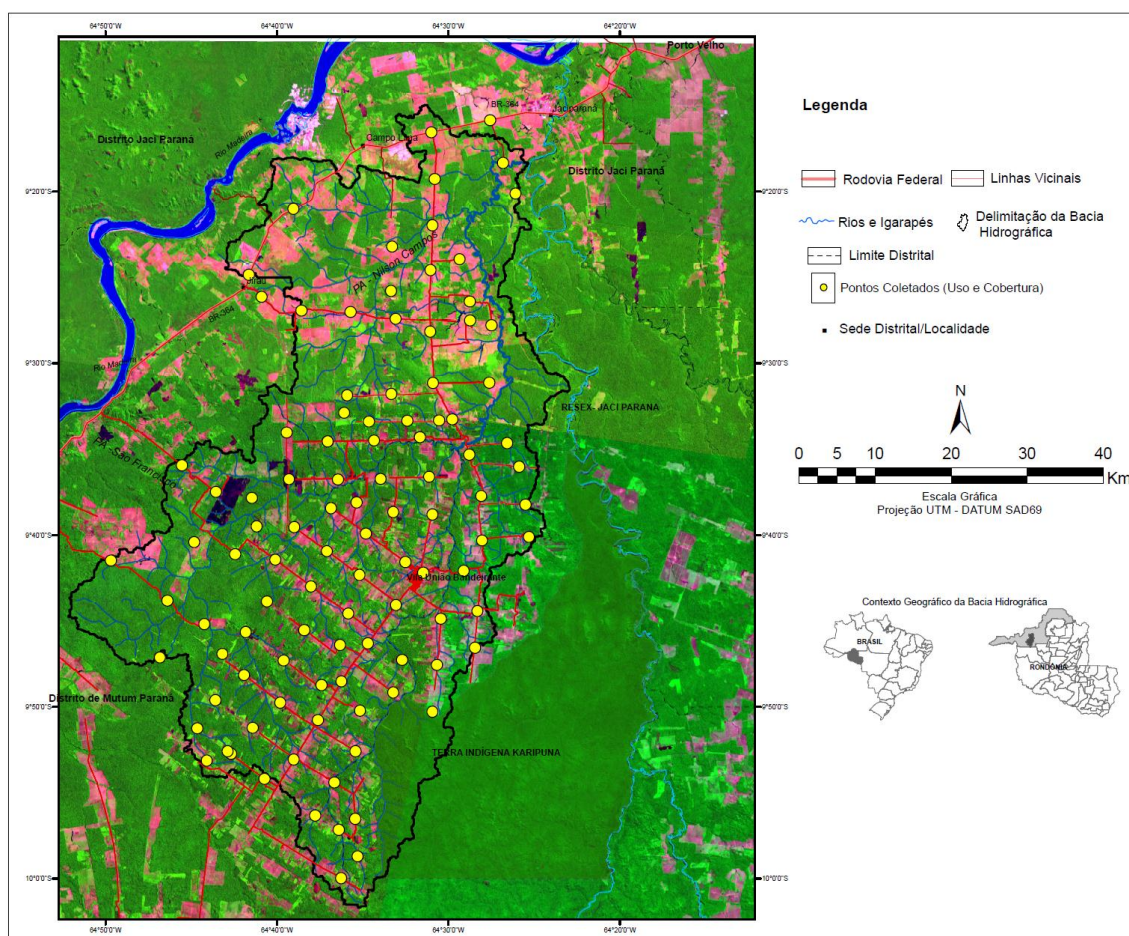


Figura 09: Localização dos pontos de observação do Uso e Cobertura

Fonte: Imagem fornecida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Landsat -05, bandas 3, 4 e 5. Agosto de 2011. SIRGAS 2000. Carta-Imagem elaborada por Carvalho Pinto (2016). Adaptada de Nunes, 2014.

Foram identificadas 8 (oito) tipologias de uso, sendo elas sistema agrossilvipastoril, pecuária extensiva, desmatamento recente, área urbana, floresta, sistema agropastoril, cultura temporária e cultura perene, conforme a Tabela 04 representa. Com a tabulação dos dados, nesta mesma etapa, foi confeccionada a carta de uso da terra da bacia do Rio São Francisco, georreferenciada através do *software* ARCGIS 8.1. Para a confecção da carta, foi utilizado o método de classificação da Máxima Verossimilhança (*MaxVer*). Neste método, utiliza-se a ponderação das distâncias das médias com parâmetros estatísticos. Assim, foram utilizadas duas entradas de dados, sendo uma de formato vetorial (pontos de uso) e outra de formato de imagem (Imagem Landsat-5). Nesta classificação, foram destacadas as atribuições de cada ponto, sendo os mesmos plotados na imagem, para que a ferramenta do *software* identificasse a coloração das classes de uso da terra. Após este procedimento, foi gerado um arquivo vetorial (polígono dos usos), definindo os limites entre cada classe (CRÓSTA, 1992; WATANABE, 2015).

Tabela 04: Tipologia de Uso da Terra e total de pontos observados na Bacia do Rio São Francisco.

Nomenclatura de Uso	Tipologias de Uso da Terra	Descrição	ha	%	Pontos observados (N)	Frequência relativa (%) dos pontos observados
Áreas antrópicas não- agrícolas	Área Urbana	Constituem as áreas de uso intensivo, caracterizadas pela presença de equipamentos urbanos tais como: escolas, praças e sistema viário, onde os sistemas artificiais predominam sobre os sistemas agrícolas.	332,92	0,15	01	0,99%
Áreas Antrópicas Agrícolas	Pecuária Extensiva	Sistema de criação em que o gado é criado solto na vegetação natural.	87.906,95	39,02	69	68,3%
	Sistema Agrossilvipastoril	Sistema onde a produção é consorciada, envolvendo o componente arbóreo com cultivos agrícolas e animais.	1.602,84	0,71	01	0,99%
	Sistema Agropastoril	Sistema onde a associação de agricultura e pecuária estão em um processo dinâmico, envolvendo as duas atividades em rotação.	11.251,94	4,99	02	1%
	Cultura Permanente	Cultura de ciclo longo, que permite colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio a cada ano.	146,38	0,06	12	11,88%
	Cultura Temporária	Culturas de plantas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que, após a produção, deixa o terreno disponível para novo plantio.	155,89	0,07	09	7,93%
	Desmatamento Recente	Consideram-se todas as áreas que foram submetidas ao corte e à queima das formações florestais nos últimos 12 meses, a partir do levantamento de campo.	991,65	0,44	05	4,95%
Áreas de Vegetação Natural	Floresta	Consideram-se todas as formações arbóreas do tipo Savana Estacional ou Floresta Ombrófila, densa ou aberta, com dossel uniforme ou não, de zonas tabulares ou de planícies, com ou sem mata galeria.	122.110,87	54,56	04	3,96%
<b>Total</b>			<b>224.499,4</b>		<b>103</b>	<b>100%</b>

Fonte: Adaptado de Brasil (2006 b) e Nunes (2014).

### 3.1.3. Bases Cartográficas

Com os dados das componentes ambientais (Unidades de Paisagem), e os dados de uso da terra,<sup>15</sup> foi possível desenvolver os modelos de fragilidade ambiental, baseando-se em Ross (1994) e Crepani *et al.* (2001). As bases cartográficas utilizadas foram geomorfologia, solos, vegetação e clima, extraídas do Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO (Rondônia, 2001) na escala de 1:250.000. A base cartográfica utilizada para o tema geologia foi da CPRM (2007). Esses elementos foram essenciais para a confecção do mapa de fragilidade ambiental. Para cada componente, foram estabelecidos graus de fragilidade (pesos), para obtenção da carta de fragilidade ambiental.

Para uma composição e organização de um banco de dados digital, também foram utilizadas bases cartográficas digitais, fornecidas pelo Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM. Nestas bases de dados, há principalmente a malha rodoviária, localidades, topônimos com escolas, igrejas e estrutura fundiária, entre outros dados. Para a obtenção dos dados do PLANAFLORO, limites do Estado e limites de sub bacia e hidrografia foram fornecidos, através da Secretaria de Estado e do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM e das bases cartográficas da Divisão de Serviço Geográfico do Exército – DSG. Estes dados possibilitaram a confecção de diversos cartogramas da área em estudo.

### 3. 1.4. Modelo Digital de Elevação

Para realização do modelo digital de Elevação, foi utilizada a imagem SRTM com resolução de 90 m. Da imagem SRTM, foi gerada então, os dados hipsométricos e a declividade da bacia. A declividade, neste caso, foi gerada utilizando o método *Surface Analysis* e a opção *Slope* do ARCGIS 8.1.

### 3.1.5. Carta de Declividade

As classes de declividade adotadas para a finalização deste produto cartográfico tiveram como base as classes propostas por Ross (1994) e os padrões de Brasil (1979). Conforme Ross (*op.cit.*), para a análise da fragilidade dos ambientes em escalas de detalhe, devem-se utilizar os intervalos de classe já consagrados nos estudos de capacidade de Uso/Aptidão Agrícola, associados àqueles conhecidos como valores limites críticos da Geotecnia, indicativos, respectivamente, do vigor dos processos

---

<sup>15</sup> Alguns procedimentos de correções da área da bacia foram realizados, bem como, uma nova delimitação o que proporcionou sutilmente algumas diferenças entre os dados de Nunes (2014).



erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e das inundações frequentes. Neste modo, estas classes são: <3%, 3-6%, 6-12%, 12-20%, 20-30%, 30-50% e >50%. Sendo as classes de declividade de até 6% consideradas muito baixas. As classes estão organizadas em 5 (cinco) categorias hierárquicas, que vão de Muito Forte (acima de 30%), Forte (20 – 30%), Média (12 – 20%), Fraca (6 – 12%) a Muito Fraca (até 6%)

Conforme o padrão da EMBRAPA, os dados da área estão organizados da seguinte forma: 0-3 (plano), 3-8 (suavemente ondulado), 8-20 (ondulado), 20-45 (fortemente ondulado), 45-75 (montanhoso), > 75 (fortemente montanhoso) (Tabela 05).

Tabela 05: Grau de declividade da Bacia do Rio São Francisco.

Declividade (Graus) Embrapa (Brasil, 1979)	Relevo	(%)	Classe de fragilidade (Ross, 1994)
0-3 %	Plano	09 %	Muito fraca
3-8	Suavemente ondulado	69%	Fraca
8-20	Ondulado	20%	Média
20-45	Fortemente ondulado	2%	Forte
45-75	Montanhoso	00	Muito forte
> 75	Fortemente montanhoso.	00	

Fonte: Adaptado com base na classificação de EMBRAPA (Brasil, 1979) & Ross (1994; 1996).  
Organizado pela autora.

### 3.1.6. Perfis Transversais

A fim de se obter maior conhecimento do relevo da Bacia do Rio São Francisco, foram traçados os perfis transversais, mediante a utilização de dados da imagem SRTM, refinada de 90 m, no programa *Global Mapper 13*, conforme figura 10. Os conjuntos de modelados semelhantes foram analisados visualmente, verificando a dimensão interfluvial e o grau de entalhamento dos vales. Também foram analisados os índices de dissecação dos perfis transversais estabelecidos, utilizando a matriz dos índices de dissecação do relevo proposto por Ross (1994), expressa no Quadro 02.

Perfis topográficos em diferentes Unidades Morfológicas da área de estudo

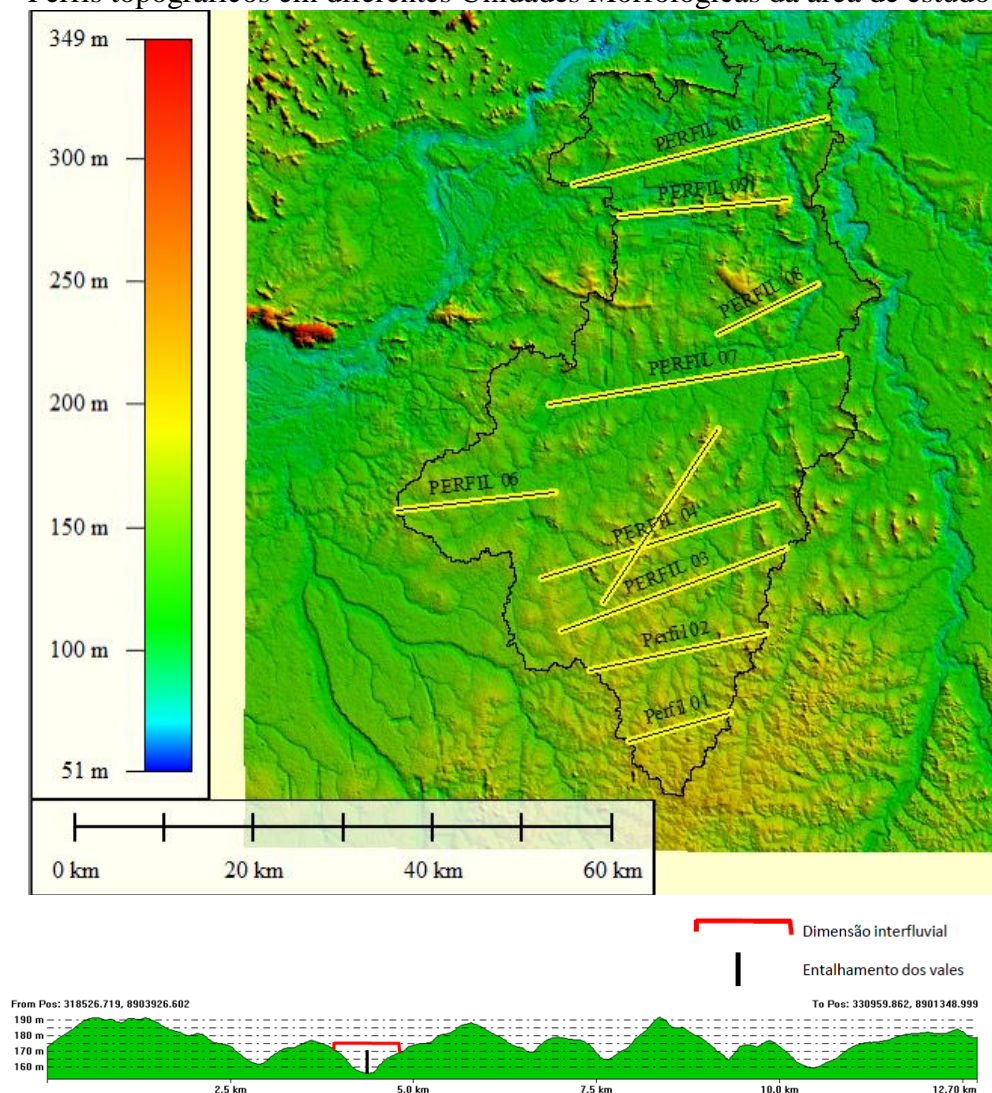


Figura 10: Vista do software *Global Mapper 13*: MDE (Relevo Sombreado) com escala gráfica e vertical. Fonte: (srtm.csi.cgiar.org). Organizado pela autora.

Quadro 02: Matriz dos índices de dissecação das formas de relevo.

Graus de entalhamento dos vales (classes)	Dimensão Interfluvial Média (Classes)				
	Muito grande (1) >1500m	Grande (2) 1500 a 700 m	Média (3) 700 a 300m	Pequena (4) 300 a 100m	Muito pequena (5) ≤ 100m
Muito fraco (1) < 20m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 20-40m	21	22	23	24	25
Médio (3) 40-80m	31	32	33	34	35
Forte (4) 40-160m	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) >160m	51	52	53	54	55

Fonte: Ross (1996).

### 3.2. PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS PARA ANÁLISE DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Para compreensão da potencialidade de uma bacia hidrográfica, é necessário entender que os processos hídricos são constituídos pela interação de vários elementos, levando-se em consideração a sua estrutura hidrológica. Esses elementos são: rede de drenagem e a forma do relevo. Conforme Christofolletti (1980), a densidade de drenagem da rede de canais é reconhecida como uma variável importante na análise morfométrica das bacias de drenagem, em que se pode representar o grau de dissecação topográfica em paisagens elaboradas pela atuação fluvial. Deste modo, o conjunto das vertentes e canais que compõem o relevo é medido através de uma análise morfométrica quantitativa, que configura os elementos do modelo superficial (CHRISTOFOLETTI, 1999). Porém, para se analisar a morfometria, é necessário destacar alguns parâmetros, os quais constituem as correlações existentes entre atributos da bacia e do relevo. Os atributos são definidos por área da bacia, perímetro, comprimento da bacia, comprimento dos canais fluviais, comprimento vetorial dos canais fluviais, número de canais fluviais, declividade da bacia, declividade dos canais e altimetria. O relevo e os atributos são agrupados em lineares, zonais e hipsométricos.

Os lineares abordam unicamente os atributos da rede de drenagem, enquanto os zonais tratam dos atributos da rede de drenagem e das áreas não hidrográficas do relevo (encostas e topos). Já os hipsométricos, tratam do relevo, além de correlacioná-lo à rede de drenagem e à bacia hidrográfica. Para melhor compreensão dessas classes, serão destacadas a seguir as funções de cada uma.

#### 3.2.1. Classe Linear

Na classe linear, existe a quantificação da rede de drenagem por meio de seus atributos, definidos por comprimento, número e hierarquia. Sendo que os dados podem ser obtidos através da hierarquia fluvial, da relação do relevo, da relação entre os gradientes dos canais e o índice de sinuosidade do canal principal. Porém, para se obter os dados quantitativos, é necessário aplicar algumas fórmulas, descritas a seguir.

a) Hierarquia fluvial ( $H_f$ ) – corresponde à ordenação dos canais fluviais dentro de uma bacia hidrográfica, segundo Strahler (1952). A rede de drenagem corresponde aos eixos preferenciais das águas superficiais, com fluxo concentrado, de origem pluvial ou fluvial, de caráter perene, intermitente ou efêmero. A rede hidrográfica possui como

referenciais espaciais os talwegues, sendo o conjunto de todos os canais fluviais (CHRISTOFOLETTI, 1985).

b) Relação do Relevo ( $R_r$ ) – este parâmetro é o relacionamento existente entre a amplitude altimétrica da bacia e a maior extensão da referida bacia, sendo medido paralelamente à principal linha de drenagem. Esta relação pode ser obtida através da seguinte fórmula:  $R_r = H_m/L_b$ , onde ( $R_r$ ) é a relação de relevo, ( $H_m$ ) é a amplitude topográfica máxima e ( $L_b$ ) é o comprimento da bacia.

c) Relação entre os gradientes dos canais ( $R_{gc}$ ) – este parâmetro verifica o grau de normalidade de uma dada bacia hidrográfica, relacionando a declividade média dos canais de cada ordem com a declividade dos canais de ordem imediatamente superior. Sua formula é:  $R_{gc} = A_{max}/L$ , onde ( $A_{max}$ ) é a altitude máxima da bacia e ( $L$ ) é o comprimento do canal principal.

d) Índice de sinuosidade do canal principal ( $I_s$ ) – é um parâmetro que representa a influência da carga sedimentar e a compartimentação litológica e estrutural. Sua formula é dada por:  $I_s = l/dv$ , onde ( $l$ ) é o comprimento do canal principal e ( $dv$ ) é a distância vetorial entre os pontos extremos do canal, sendo que os valores próximos a 1 indicam elevado controle estrutural ou alta energia e, valores acima de 2 indicam baixa energia, sendo os valores intermediários relativos às formas transicionais entre os canais retilíneos e meandantes. Este parâmetro foi apresentado inicialmente por Horton (1945) e posteriormente descrito por Alves e Castro (2003).

### 3.2.2. Classe Zonal

Os atributos deste parâmetro são: o índice circularidade, densidade de drenagem, densidade hidrográfica, relação entre área de bacias e coeficiente de manutenção.

a) Índice de circularidade ( $I_c$ ) – o índice de circularidade é dado pela seguinte formula:  $IC = 12,57 * A/P^2$ , onde ( $IC$ ) é o índice de circularidade, ( $A$ ) é a área da bacia e ( $P$ ) elevado ao quadrado é o perímetro da bacia. Os índices deste parâmetro são baseados na proposta de Schumm (1956), e estão representados da seguinte forma (Quadro 03):

Quadro 03: Índices de Circularidade de uma Bacia Hidrográfica

Índice de Circularidade	Descrição
<0,5	Este índice demonstra que a bacia representa um nível moderado de escoamento, que não contribui na concentração de águas que possibilitem cheias rápidas.
0,50 e 0,75	Indicam que a bacia tende a ser circular, com tendência mediana para os processos de inundação.
0,75 e 1,0	Sugerem que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo as enchentes.

Fonte: Adaptado de Schumm (1956).

O valor máximo considerado no índice de circularidade é igual a 1,0. Neste valor, a bacia apresenta, em um só ponto, concentração de deflúvio. As possibilidades de cheias, neste caso, são violentas. Nos casos de bacias que apresentam formas estreitas e alongadas, há ocorrência do menor índice, equivalente a 0,5, onde os riscos a inundações são mínimos.

b) Densidade hidrográfica ( $D_h$ ) – esse parâmetro estabelece a relação entre o número de cursos d'água e a área da bacia, sendo sua fórmula:  $D_h = N/A$ , onde (N) é o número total de rios, e (A) é a área da bacia. Quando gerado para os canais de primeira ordem, de hierarquia fluvial, este parâmetro representa o comportamento hidrográfico das bacias, sendo que, em bacias com alta densidade hidrográfica, pode-se inferir uma maior capacidade de gerar canais, independentemente de suas extensões (HORTON, 1945).

c) Densidade de drenagem ( $D_d$ ) – esse parâmetro estabelece a relação entre o comprimento total ou ordem hierárquica dos canais de drenagem, e a área de drenagem, sendo dado pela seguinte fórmula:  $D_d = L_t/A$ , onde ( $L_t$ ) é o comprimento total dos canais; (A) é a área total da bacia.

d) Coeficiente de manutenção ( $C_m$ ) – esse parâmetro corresponde à área necessária para a formação de um canal com fluxo perene. Entretanto, sua expressão matemática demonstra que ele nada mais é do que a razão inversa da densidade de drenagem de uma bacia ( $D_d$ ). Sua fórmula é a seguinte:  $C_m = 1/D_d \times 1.000$ .

### 3.2.3. Classe Hipsométrica

Os parâmetros hipsométricos correlacionam a variação altimétrica e a rede de drenagem, sendo representados pelos índices de rugosidade e declividade. Sua fórmula é  $I_r = H/D_d$ , onde  $I_r$  = Índice de rugosidade; H = Amplitude altimétrica;  $D_d$  = densidade de drenagem (STRAHLER, 1958).

### 3.2.4. Curva e Carta Hipsométrica

Para a elaboração da curva hipsométrica, foram realizadas medidas de área das classes de altitude, extraídas das curvas de nível. Já para a elaboração da carta hipsométrica, as altitudes foram divididas em 10 classes, com intervalos de 20 m, expressas por cores claras como: verde e branco ao marrom escuro, fornecendo dados para uma compartimentação da bacia em termos de altitude e representatividade, tendo como cota mínima a elevação de 60 m e cota máxima, 260 m de altitude. Os dados foram tratados no *software* ARCGIS 8.1.

### 3.2.5. Carta de Compartimentações da Bacia

A área foi compartimentada para que a análise dos elementos da bacia fosse efetuada de maneira mais ordenada. Assim a elaboração obedeceu a uma distribuição das classes de solos e cotas de altitude dos dados hipsométricos junto aos perfis transversais da bacia, que proporcionou a distinção de seis compartimentos (Figura 11), que ficaram organizados da seguinte forma:

- Os compartimentos I e II, conforme dados hipsométricos, são onde se encontram as maiores altitudes. Os tipos de solos predominantes nessa área são os Podzólicos (Argissolos) e os Latossolos Amarelo e Vermelho. Os perfis que estão localizados nestes compartimentos vão de 01 a 06, e indicam dissecação média a alta. Conforme dados geomorfológicos estes compartimentos estão localizados em superfície de aplanamento (unidades denudacionais) de dissecação alta. No compartimento I, verifica-se a área de União Bandeirantes, a qual é um setor rural, mas, que também apresenta unidade urbana, onde há escolas, praças etc. No compartimento II, está localizado o Rio do Contra, em que há um trecho côncavo com coberturas detrito-lateríticas e crosta laterítica. As atividades neste setor são de cunho apenas rural (Figura 31).
- Compartimento III, representa o setor médio da Bacia, que apresenta altitudes menos acentuadas e coberturas sedimentares indiferenciadas. Os sedimentos são coluvionares, aluvionares e eluvionares. Conforme os dados de solos, nele predominam os Latossolos Amarelo de textura franca. Também Latossolos Amarelo argilosos. O perfil 07 demonstra dissecação média do local e entalhamento forte.
- Compartimentos IV e V, apresentam trechos de declividades mais acentuadas, propiciando o aparecimento de solos Concrecionários (Plintossolos), que encontram-se recobertos por material coluvial. Também apresenta Latossolos de textura franca.
  - Compartimento VI, abrange o setor norte da bacia, o qual apresenta área de baixas altitudes. Os solos predominantes são Latossolos de textura franca, com coberturas sedimentares indiferenciadas (Figura 11).



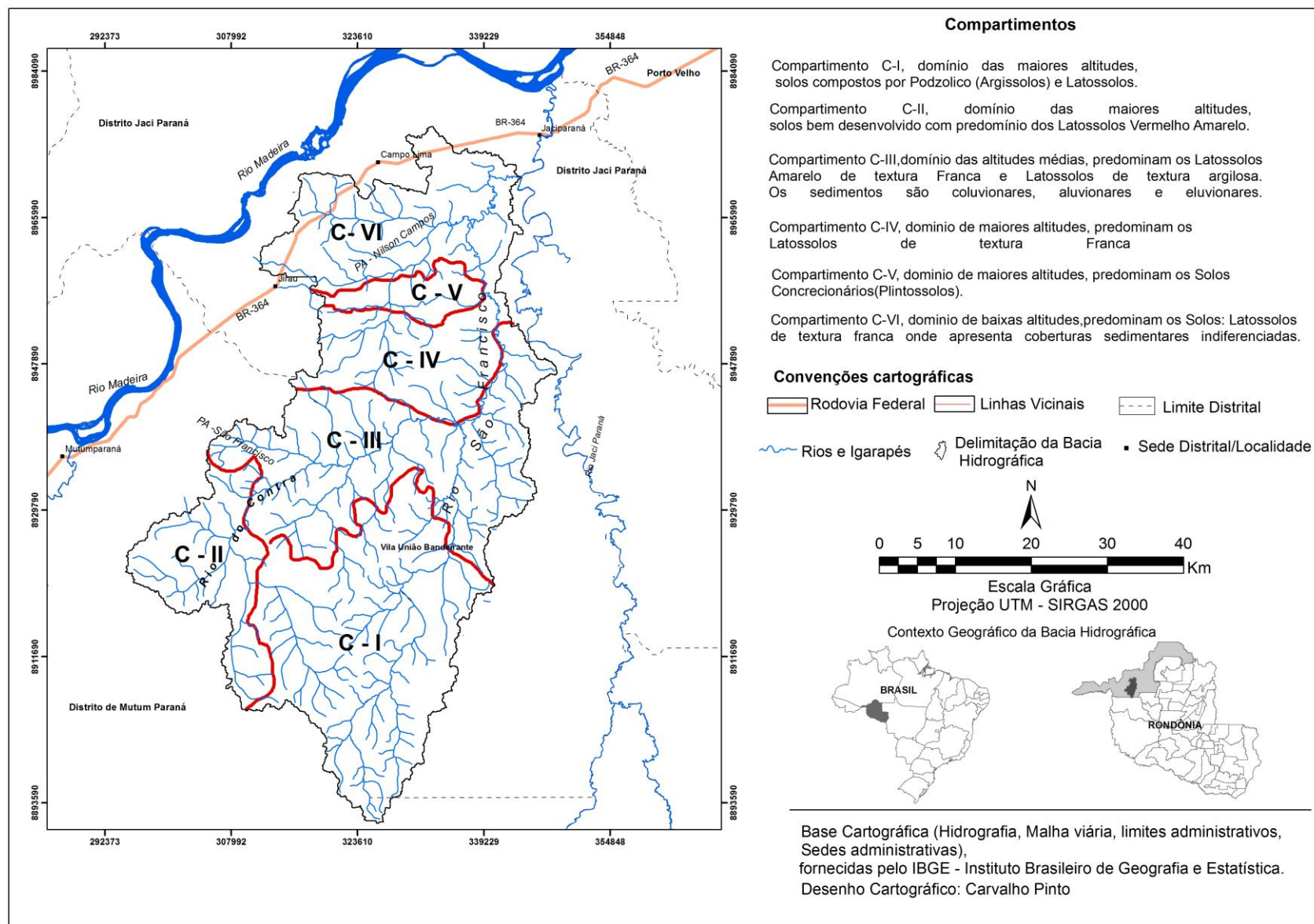


Figura 11: Carta de compartimentação da Bacia Rio São Francisco.

### 3.3. ELABORAÇÃO DA CARTA DE CLASSES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL COM BASE NA PROPOSTA DE CREPANI *et al.* (2001)

Esse produto foi elaborado com base no método de Crepani *et al.* (2001), a partir dos temas geologia, solos, declividade e uso e cobertura da terra, além da caracterização climática da área. As variáveis espaciais para a determinação das áreas de fragilidade ambiental foram classificadas em três categorias hierárquicas para a produção final da carta síntese: baixa, média e forte (Tabela 06).

Tabela 06 – Graus de Fragilidade/estabilidade

Grau de fragilidade	Intervalo de classe	Cor da classe
Baixo	1,5 - 1,9	Amarelo
Médio	1,9 - 2,5	Laranja
Forte	2,5 - 2,6	Vermelho

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

Para o tema geologia, foram analisados dois aspectos, um deles relativo à resistência da rocha à fragmentação e o outro, relativo ao grau de coesão destas rochas. Sendo assim, Crepani *et al.* (2001), aponta que o grau de coesão das rochas significa a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas que as constituem. Deste modo, são atribuídos valores próximos de 1,0 para rochas que apresentam maior grau de coesão, valores intermediários, em torno de 2,0 para as rochas que apresentam valores intermediários em seu grau de coesão, e valores próximos à vulnerabilidade (3,0) para as rochas que apresentam os menores valores no seu grau de coesão.

A aplicação dos pesos foi realizada considerando-se três categorias de rochas (Sedimentar, Metamórfica e Ígnea) e, tendo como compreensão que toda rocha é formada por diversos minerais e são eles responsáveis pela resistência ou não da rocha ao intemperismo (SUGUIO, 1980). Por tanto, entende-se por coesão das rochas, a intensidade da ligação entre os minerais ou partículas, visto que as rochas menos coesas contribuirão para processos morfogenéticos, enquanto rochas com maior grau de coesão tenderão aos processos formadores de solos. A Tabela 07 indica os pesos atribuídos de acordo com as características geológicas apresentadas.



Tabela 07: Aplicação de pesos de Vulnerabilidade para Aspectos Geológicos.

Siglas	Unidade Geológica	ha	Valor de Vulnerabilidade
MP1_gamma_p.	Suíte Intrusiva Serra da Providência: Granito Rapakivi, Charnockito, Mangerito, Monzogranito, Sienogranito, Rochas Máficas, Ígneas	82.574	1,1
MP2_gamma_l	Suíte Laje: Leucosienogranito, Granada Leucogranito, Ígnea.	6.346	1,1
MP2_gamma_lc	Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas: Piterlito, Wiborgito, Quartzo-Sienito, Sienogranito, Riodacito, Ígnea.	1.904	1,1
MP2 nm	Complexo Nova Mamoré: Biotita Paragnaisse, Quartzo-Feldspático, Granada Biotita, Gnaisse, Calciossilicático, Granofels Xisto, Metamórfica.	35.625	1,9
NP1_gamma_ro	Suíte Intrusiva Rondônia: Granito, Granitóide rico em Quartzo, Monzogranito, Sienito, Sienogranito, Albita Granito, Ígnea.	26.344	1,4
NP1p (c)	Formação Palmeiral: Conglomerado, Arenito Arcosiano, Sedimentar. Conglomerado oligomítico, clasto-suportado, estratificado, com seixos e calhaus de Quartzo-Arenito, quartzo leitoso e eventualmente de vulcânica ácida/ granito subvulcânico	23.865	3,0
NP1p	Formação Palmeiral: Arenito Arcosiano, Arcósio, Conglomerado, Sedimentar	130.401	3,0
NQdl	Coberturas detrítico-lateríticas: depósitos argilo arenoso, Siltico arenoso, Laterita, Crosta Laterítica, Areia, Argila Mosqueada, Colúvios, Elúvios, Sedimentar	117.395	3,0
NQi	Coberturas sedimentares indiferenciadas Areia, Argila, Cascalho, Silte, Sedimentar (ou Sedimentos)	84.001	3,0
PP4ja (a)	Complexo Jamari: Ortognaisse Tonálitico, Anfibólio, Ígnea, Metamórfica	11.005	1,2
PP4ja	Ortognaisse Granodiorítico, Ortognaisse Tonalítico, Quartzo-Diorito, Enderbito, Migmatito, Ígnea, Metamórfica	64.548	1,3
Q1jp	Formação Jaci-Paraná: depósitos arenosos e areno Siltosos inconsolidados imaturos, por vezes estratificados contendo níveis de cascalho (Areia, Cascalho, Silte) Ambiente fluvial e sedimentar.	77.822	3,0
Q2a	Depósitos Aluvionares: depósitos arenosos, siltosos e Argilosos com níveis de cascalho. Ambiente Fluvial e Sedimentar.	50.828	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001), CPRM, (2007).

De acordo com Crepani *et al.* (2001) a suscetibilidade que um solo possui em sofrer processos erosivos (morfogênese) depende de diversos fatores, que podem ser, por exemplo, a maturidade do solo, uma vez que, quanto mais profundo o solo, maior tendência à estabilidade. Deste modo, para aplicação dos pesos de vulnerabilidade, foi considerado o grau de maturidade dos solos, bem como sua profundidade e textura, conforme características obtidas no banco de dados do PLANAFLORO. Portanto, às unidades de paisagem em que ocorrem solos estáveis foram atribuídos valores próximos de 1,0, em que ocorrem solos intermediários, atribuiu-se valores de estabilidade equivalente a 2,0, e, para os que ocorrem solos frágeis, foram atribuídos valores próximos de 3,0. A Tabela 08 ilustra a aplicação dos pesos para os solos identificados na área, com base nas características do PLANAFLORO (RONDÔNIA, 2001).

Tabela 08: Aplicação dos pesos de suscetibilidade à erosão para os diferentes tipos de solos identificados.

Siglas	Tipos de Solos	Declividade	ha	Classe de Solos EMBRAPA (Brasil, 2013)	Profundidade	Textura %			Grau de suscetibilidade à erosão
						Silte	Areia	Argila	
PAD3	Podzólicos Amarelos Distróficos – bem drenados	8-20%	60.917	Argissolo	150 cm (profundo)	10-35%	10-40%	40-60%	2,15
Q2	Areias Quartzosas - mal drenados	8-20%	5.864	Neossolo	50 cm (raso)	Argiloso e muito pedregoso			3,0
						0-10%	85-100%	0-10%	
RD1	Solos Litólicos Distróficos	8-20% 20-45%	15.570	Neossolo	50 cm (raso)	Arenoso (95% de quartzo)			3,0
						0-10%	85-100%	0-10%	
ID1	Solos Concreonários Distróficos - bem drenados	20-45%	8.426	Plintossolo	60 cm (pouco profundo)	Arenoso e muito pedregoso (fragmentos de rochas com diâmetro maior que 2 mm)			2,5
						10-35%	10-40%	40-60%	
LAD2	Latossolos Amarelos Distróficos - bem drenados	8-20% 20-45%	29.958	Latossolo	150 cm (profundo)	Argiloso e pedregoso			2,0
						30-50%	30-50%	10-25%	
LAD32	Latossolos Amarelos Distróficos - bem drenados	0-3% 8-20%	57.477	Latossolo	150 cm (profundo)	Franco (argila inferior a 200g kg <sup>1</sup> na maior parte dos horizontes dentro de 150 cm)			1,0
						10-35%	10-40%	40-60%	
LLD1	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos - bem drenados	3-8% 8-20%	25.585	Latossolo	150 cm (profundo)	Argiloso			1,0
						10-35%	10-40%	40-60%	
LLD13	Latossolos Vermelho- Amarelos Distróficos - bem drenados	8-20% 20-45%	24.348	Latossolo	150 cm (profundo)	Argiloso (saturação por bases baixa: V<50%)			1,0
						10-35%	10-40%	40-60%	
LLD3	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos - bem drenados	8-20%	7.416	Latossolo	150 cm (profundo)	Argiloso			2,0
						30-50%	30-50%	10-25%	
LLD6	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos -bem drenados	8-20% 20-45%	55.559	Latossolo	150 cm (profundo)	Franco			2,0
						30-50%	30-50%	10-25%	

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001), Rondônia (2001).

Para o tema cobertura vegetal, foi considerado o grau de proteção exercido pela vegetação contra os processos erosivos e a compactação do solo, bem como o favorecimento à percolação de água nas camadas de subsuperfície. A densidade de cobertura vegetal da unidade de paisagem determina o grau de proteção do solo da unidade, isto é, valores próximos de 1,0 indicam estabilidade, valores intermediários ao redor de 2,0, e, se apresenta baixo grau de proteção, será indicado com valores próximos de 3,0. Por se tratar de uma área ocupada por atividades econômicas, ao tema cobertura vegetal agrupou-se também o uso e cobertura da terra.

Na Tabela 09, estão descritos os tipos de formação vegetal e seus respectivos graus de proteção aos solos.

Tabela 09: Graus de Proteção aos solos exercidos pela vegetação.

Tipo de vegetação	ha	Valores de vulnerabilidade	Tipos de Uso	ha	Valores de Vulnerabilidade
Floresta Ombrófila Aberta	293.859	1,0	Área Urbana	332,92	3,0
Floresta Ombrófila Densa	19.331	1,3	Pastagens	99.158,89	2,8
Floresta/Ombrófila Aberta/Savana	36.856	2,7	Agricultura	30.227	3,0
Floresta Ombrófila Aberta com vegetação secundária	215.405		Sistema Agrossilvipastoril	1.602,84	1,5
Floresta Intacta	122.110,87	1,0	Desmatamento recente	991,65	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001), Rondônia (2001) e, dados de uso e cobertura da terra.

Para a variável clima (Quadro 04), foram analisadas as informações referentes à pluviosidade anual e à duração do período chuvoso, conforme preconizado na metodologia. De acordo com Crepani *et al.* (2001) e Spörl, (2001), o valor da intensidade pluviométrica, para uma determinada área, pode ser obtido dividindo-se o valor da pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses). Logo, quanto maior o valor da intensidade pluviométrica, maior será a erosividade do solo, ocasionada pela chuva.

Quadro 04 – Escala de erosividade da chuva

Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
< 50	1,0	200 - 225	1,7	375 – 400	2,4
50 - 75	1,1	225 - 250	1,8	400 – 425	2,5
75 - 100	1,2	250 - 275	1,9	425 – 450	2,6
100 - 125	1,3	275 - 300	2,0	450 – 475	2,7
125 - 150	1,4	300 - 325	2,1	475 – 500	2,8
150 – 175	1,5	325 - 350	2,2	500 – 525	2,9
175 - 200	1,6	350 - 375	2,3	> 525	3,0

Fonte: Crepani *et al.* (2001).

Para aplicar os pesos, levou-se em consideração a média de intensidade pluviométrica anual, de modo que os valores foram estabelecidos quanto à capacidade de interferência da chuva na instabilidade do ambiente (CORREA *et al.*, 2007). Destaca-se que na região existe uma baixa densidade de estações instaladas e com bom funcionamento, o que dificulta o acesso às informações hidrológicas detalhadas. Porém, estudos realizados por Watanabe (2015), disponibilizam alguns dados pluviométricos no entorno da Bacia do Rio São Francisco. Sendo que os dados são de oito estações, em que sete delas são disponibilizadas na Agência Nacional de Águas – ANA e, a oitava foi instalada nos anos de 2013 a 2015 no exutório da sub bacia do Rio Mutum-Paraná, com sua área de estudo localizada próximo à Bacia do Rio São Francisco (Figura 12).

O autor destaca que “de todas as estações pluviométricas analisadas, apenas as estações Mineração Jacundá e Pedreiras apresentaram a série histórica do período de 1984-2004 completas. Já a estação Jurené apresentou apenas registros dos dez últimos anos, seguidos das outras estações, com três, dois e um ano sem registros consistentes. Após o ano de 2004, não foram encontrados registros consistentes nas estações utilizadas, o que justifica o período analisado” pag. 39. Desta forma, também foram utilizados os dados destes períodos na Bacia do Rio São Francisco.

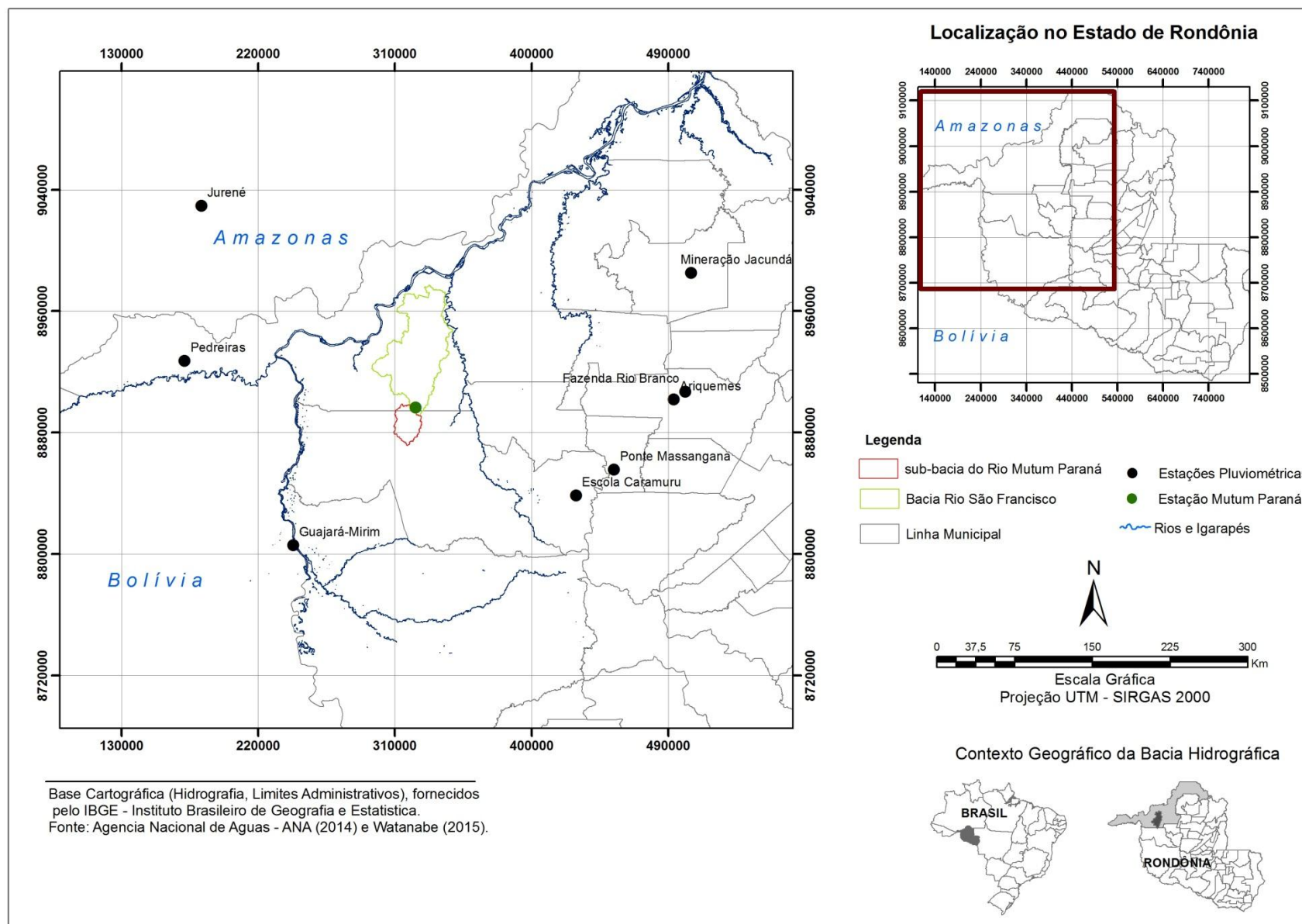


Figura 12 – Cartograma de estações pluviométricas utilizadas.  
Organizado pela autora.

Para análise e hierarquização dos dados pluviométricos, foram levantadas séries de dados mensais, disponíveis pela Agência Nacional das Águas – ANA, a partir de 1984 a 2004. Os meses mais chuvosos compreendem janeiro, março e fevereiro, enquanto que os meses mais secos estão entre junho e agosto, como pode ser observado na Figura 13, a seguir:

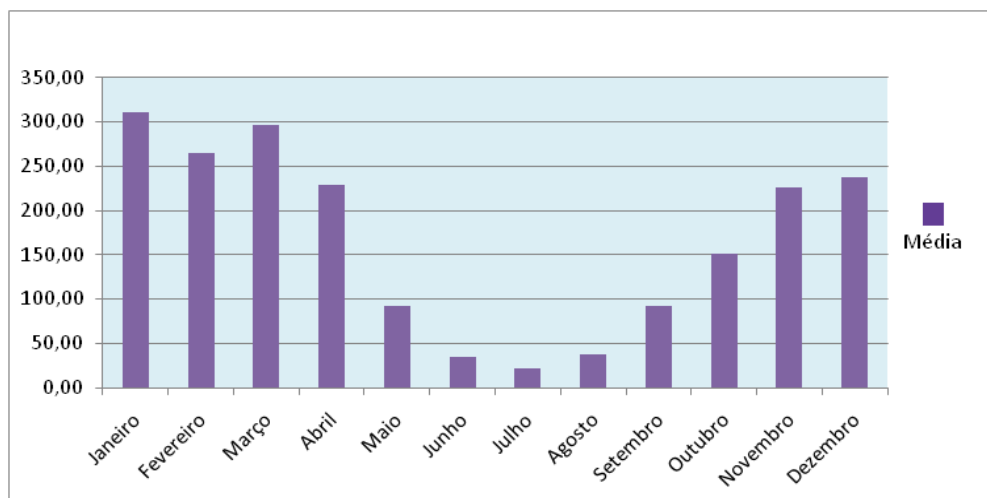


Figura 13: Gráfico de Índices Pluviométricos – Média Mensal Anual (1984 a 2004)

Fonte: Disponível em [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br), acessado em 2014.

Organizado pela autora

Por meio destes dados foi possível a hierarquização do grau de vulnerabilidade pluviométrica da área de estudo, pois conforme afirma Crepani *et al* (2001), é preciso relacionar os dados de *pluviosidade média anual* com a duração do período chuvoso, sendo, neste caso, de nove meses. Esta duração define a *Intensidade Pluviométrica* da região. Deste modo, os dados com valor final estão organizados da seguinte forma (Tabela 10):

Tabela 10: Aplicação dos Pesos de Vulnerabilidade para Intensidade Pluviométrica

Pluviosidade Anual	Intensidade Pluviométrica mensal	Valor de Vulnerabilidade
2100 mm/ano	233 mm/mês	1,8
1800 mm/ano	200 mm/mês	1,7
1900 mm/ano	211 mm/mês	1,7
2000 mm/ano	222 mm/mês	1,7

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001) e Rondônia (2001).

As águas pluviais são um fator decisivo para processo de intemperização das rochas e solos e também na aceleração dos processos erosivos, por meio do escoamento superficial e lixiviação dos solos. Tratando-se do ambiente amazônico, a bacia caracterizou-se como uma área de fragilidade média quanto ao fator clima.

Esses pesos, atribuídos ao fator climático chuva, embora não apresentem tanto impacto, pois estão enquadrados como medianamente estável, estão acima de algumas médias pluviométricas do Brasil, e podem significar preocupação quando combinados com fatores de substituição da floresta pelo pasto, conforme foi observado na bacia do rio São Francisco, e que será representado no próximo capítulo.

Os procedimentos técnico-operacionais seguiram duas etapas. A primeira, consistiu na elaboração dos mapas temáticos básicos. Após, os dados foram exportados como representação vetorial para o *software* ARCGIS 8.1. Já na segunda etapa, seguiu-se com a integração das variáveis no *software* ARCGIS 8.1 no módulo *Spatial Analyst*, onde os dados vetoriais foram convertidos em *raster*. Posteriormente, cada variável recebeu valores conforme seu grau de fragilidade. O mapa síntese resultou na seguinte fórmula: ([Rocha]+[Relevo]+[Clima]+[Solos]+[Grau de Uso e Cobertura dos solos]).

5

### 3.4. ELABORAÇÃO DA CARTA DE CLASSES DE FRAGILIDADE AMBIENTAL COM BASE NA PROPOSTA DE ROSS (1994).

Conforme o método de Ross (1994), para a elaboração da carta de fragilidade ambiental devem ser realizados levantamentos de relevo, aqui expressos pela declividade, tipos de solos, cobertura vegetal/uso do solo, e clima, que corresponde à intensidade pluviométrica. O modelo propõe que cada variável seja hierarquizada em cinco classes de acordo com sua fragilidade. Desta forma, as variáveis mais estáveis apresentarão valores próximos de 1, as intermediárias ao redor de 3 e as mais frágeis, valores próximos de 5.

Para a elaboração desta carta considerou-se a correlação entre quatro variáveis:

- Índices de Dissecção do Relevo – categoria hierárquica muito fraca (1) fraca (2) média (3) forte (4) a muito forte (5);
- Solos - classes de fragilidade muito fraca (1) fraca (2) média (3) forte (4) a muito forte (5);
- Cobertura e uso da terra - grau de proteção muito alto (1) alto (2) médio (3) baixo (4) a muito baixo/nulo (5);



- Pluviosidade - categoria hierárquica muito fraca (1) fraca (2) média (3) forte (4) a muito forte (5);

A classificação da fragilidade ambiental gera um código de quatro algarismos, onde o primeiro (declividade) é o responsável pela determinação do grau de fragilidade e as demais variáveis definem uma hierarquização através de seus coeficientes de fragilidade. As variáveis espaciais para a determinação das áreas de fragilidade ambiental são classificadas por Ross (1994), em cinco categorias hierárquicas sendo: muito fraca (1) fraca (2) média (3) forte (4) muito forte (5). Dessa forma, conforme os temas selecionados, cinco grandes categorias hierárquicas foram adotadas para a produção final da carta fraca, média e forte.

Para o tema declividade do terreno, utilizaram-se os seguintes intervalos de classe e valores de vulnerabilidade (Tabela 11).

Tabela 11 - Escala de fragilidade para as classes de declividade

Valores de fragilidade	Declividade (%)
Muito baixa	Até 6%
Baixa	6-12%
Média	12-20%
Forte	20-30%
Muito Forte	20-45%

Fonte: Ross (1994).

Para a hierarquização da variável solo, foram levados em consideração os tipos de solo encontrados na área de estudo. Assim, os tipos de solo são classificados conforme seu grau de fragilidade (Quadro 05).

Quadro 05: Graus de Fragilidade dos solos conforme Ross (1994)

Siglas	Tipos de Solos	Classe de Solos EMBRAPA (Brasil, 2013)	Grau de fragilidade
PAD3	Podzólicos Amarelos Distróficos – bem drenados, argilosos e muito pedregosos	Argissolo	3- Forte
Q2	Areias Quartizosas - mal drenados e arenosos	Neossolo	5- Muito forte
RD1	Solos Litólicos Distróficos - arenosos e muito pedregosos	Neossolo	5- Muito forte
ID1	Solos Concreonários Ditróficos - bem drenados, argilosos e pedregosos	Petroplúntico	5- Muito forte
LAD2	Latossolos Amarelos Distróficos - bem drenados e francos	Latossolo	2- Médio
LAD32	Latossolos Amarelos Distróficos - bem drenados e argilosos	Latossolo	1-Baixo
LLD1	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos - bem drenados e argilosos	Latossolo	1-Baixo
LLD13	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos - bem drenados e argilosos	Latossolo	1-Baixo
LLD3	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos - bem drenados e francos	Latossolo	2- Médio
LLD6	Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos - bem drenados e francos	Latossolo	2- Médio

Fonte: Rondônia (2001).

Para a análise da proteção exercida pela cobertura vegetal/uso do solo, foram estabelecidos graus de proteção baseados nos critérios proposto por Ross (1994), conforme apresentado no Quadro 06.

Quadro 06 – Graus de proteção do solo segundo a cobertura vegetal/uso do solo

Graus de proteção	Tipos de cobertura vegetal/uso do solo
1- Muito Alto	Floresta
2- Alto	Reflorestamento
3- Médio	Pastagens e agricultura de ciclo longo
4- Baixo	Agricultura de ciclo curto
5- Muito Baixo	Desmatamento Recente

Fonte: Ross (1994)

Para a variável clima, foi analisada a distribuição e intensidade das chuvas ao longo do ano, por serem fatores decisivos no processo de intemperismo das rochas e formação dos solos, sendo assim, fundamentais para a análise da fragilidade ambiental (Quadro 07).

Quadro 07 - Níveis hierárquicos das variações pluviométricas

Níveis Hierárquicos	Características Pluviométricas
<b>1- Muito baixa</b>	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1000 mm/ano.
<b>2- Baixa</b>	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano.
<b>3 -Média</b>	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.
<b>4 -Forte</b>	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, e alta concentração das chuvas no verão, entre novembro e abril quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas.
<b>5- Muito Forte</b>	Situação pluviométrica com distribuição regular, ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais, ultrapassando 2500 mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de chuvas de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano (semiárido).

Fonte: Ross (1994)

O procedimento utilizado para a obtenção deste produto cartográfico também é uma derivação dos procedimentos apresentados no modelo anterior. Assim, as variáveis declividade, solos e cobertura vegetal/uso do solo mantêm-se as mesmas. Porém, as formas dos cálculos para se obter o grau de fragilidade são diferentes, sendo eles a combinação numérica dos cinco dígitos, representados pelas unidades de paisagem. Os métodos adotados no desenvolvimento desta pesquisa são representados no fluxograma a seguir, no qual se buscou caracterizar e analisar a área de estudo de forma integrada. Este fluxograma auxilia na condução do trabalho, mostrando, de forma sistematizada, a sequência das diferentes etapas desenvolvidas (Figura 14).

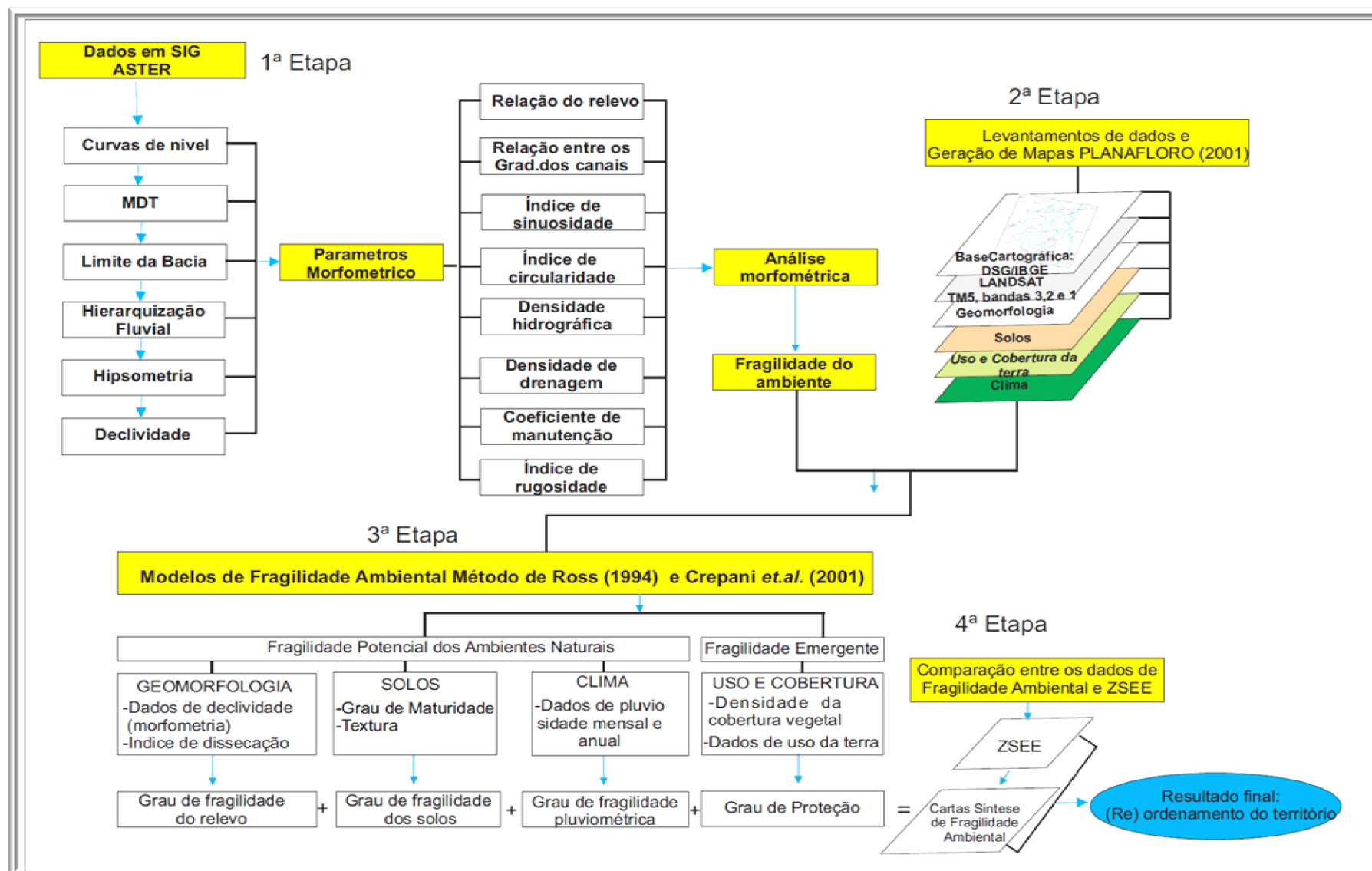


Figura 14- Fluxograma Metodológico  
Elaborado pela autora.

### 3.5. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

#### 3.5.1. Caracterização Geomorfológica

Com base na carta de geomorfologia do PLANAFLORO (RONDÔNIA, 2001), pode-se verificar que a bacia do Rio São Francisco situa-se em espaço topográfico cuja superfície possui feições diversificadas, tais como unidades estruturais, unidades de intemperismo e unidades denudacionais. As unidades definidas como unidades denudacionais compreendem as formas de relevo elaboradas por processos de denudação (intemperismo e erosão) que são responsáveis pelo seu rebaixamento progressivo (Figura 15) (RONDÔNIA, *op. cit*, 2001; SOUZA FILHO, *et al*, 1999).

Na análise da gênese das unidades de intemperismo, considera-se a possibilidade da existência de depósitos de areias brancas como resultado da ação dos processos de intemperismo de rochas ocorrentes na região Amazônica. Estas unidades, de formas irregulares, apresentam-se como depressões, mal drenadas, e, formadas por litologias sedimentares do Grupo Pacaás Novos (Neoproterozóico), caracterizam-se por um subsolo arenoso a franco-arenoso e solos do tipo Areais Quartzosas (RONDÔNIA, 2001).

As unidades definidas como estruturais/denudacionais compreendem formas de relevo onde os processos denudacionais predominantes apresentam uma importante influência dos fatores estruturais tanto tectônicos como atectônicos, tais como a disposição de camadas, faixas de dobramentos, falhas, blocos basculados, intrusões, entre outros. Dentre esta unidade, destaca-se a superfície tabular de rochas sedimentares com baixa dissecação. Esta unidade geomorfológica ocupa uma pequena expressão espacial dentro da área. Este sistema é formado por interflúvios muito amplos e topos subnívelados, definidos como convexos amplos. As vertentes são contínuas e longas, com poucos segmentos retilíneos. Os vales são amplos e abertos, e a densidade de drenagem é baixa, com padrão dominante do tipo subdendrítico (RONDÔNIA, 2001).

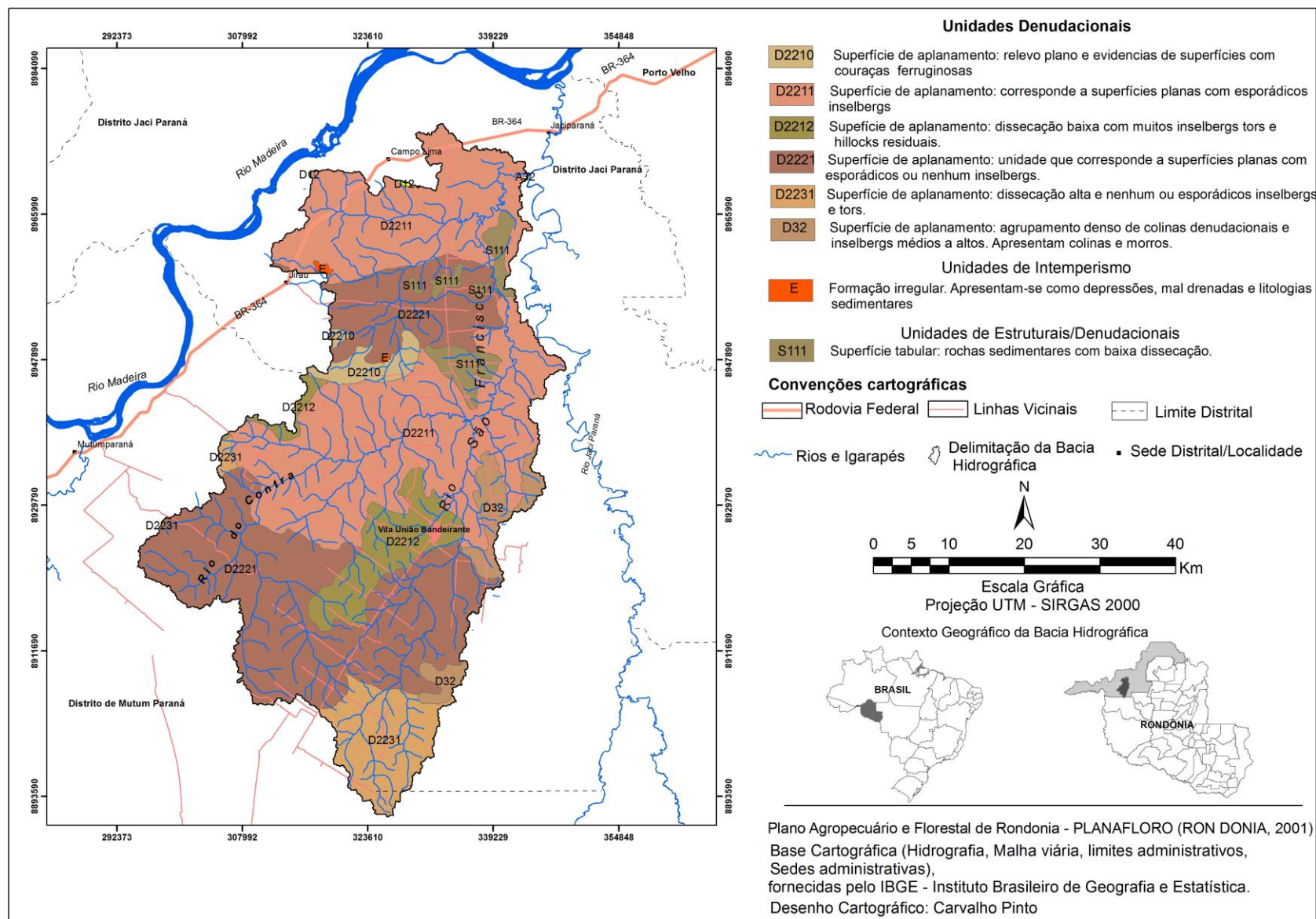


Figura 15 - Cartograma de Geomorfologia da bacia  
Fonte: Banco de dados do PLANAFLORO, Rondônia (2001).

O entendimento das características geomorfológicas é fundamental nos estudos de fragilidade natural à erosão, em função do fator energia potencial transformada em energia cinética, resultado das formas onduladas ou não do relevo, pois determina duas situações básicas, que podem ser as zonas de topo e as de depressão. O reflexo dessa assimetria do relevo é verificado pela amplitude altimétrica que constitui um indicador da energia potencial disponível no escoamento superficial ou o “*runoff*” (GUERRA, 1995 e 2008). Na paisagem brasileira os modelados de dissecção são os que ocorrem de forma mais generalizada, sendo caracterizados como dissecados homogêneos, dissecados estruturais e dissecados em ravinas. Os dois primeiros são definidos pela forma dos topos e pelo aprofundamento e densidade da drenagem. As feições de topo do relevo são classificadas em três tipos, podendo ser convexas, tabulares e aguçadas, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 1995).

No estudo dos relevos dissecados, constata-se que, além das formas dos topos, dos dados morfométricos da densidade e do aprofundamento da drenagem, outro elemento essencial é a declividade. Quanto maior for o aprofundamento da dissecção, maior será a amplitude altimétrica, cuja resultante é a intensificação da morfogênese. Soma-se nesse processo, o efeito da força de gravidade, cujos movimentos possuem uma direção preferencialmente descendente (CREPANI *et al*, 2001).

Para estabelecer os índices de fragilidade quanto aos aspectos geomorfológicos foram consideradas variáveis como Declividade, Amplitude Altimétrica e Dissecção. A declividade corresponde à inclinação do terreno, preservando uma relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética e, portanto, com a velocidade das massas de água em movimento, responsáveis pelo “*runoff*” (CREPANI 2001; GUERRA; GUERRA, 2008). Quanto maior for a declividade, mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais transforma-se em energia cinética, favorecendo os processos erosivos (Tabela 12).

Amplitude Altimétrica relaciona-se com a profundidade da dissecção, quanto maior for altimetria maior, será a energia potencial, pois as águas das precipitações pluviais que caem sobre os pontos mais altos do terreno adquirirão maior energia cinética no seu percurso em direção às partes mais baixas e, consequentemente, apresentarão maior capacidade de erosão ou de morfogênese (DALL’IGNA, 2005).

Tabela 12: Unidades Geomorfológicas da Bacia do Rio São Francisco.

LEGENDA, RONDÔNIA (2001)	ha	AMPLITUDE ALTIMÉTRICA	DECLIVIDADE	<u>Intensidade da Dissecção</u> ( <u>amplitude do interflúvio</u> )
D2221/A - Unidades Denudacionais – Superfície de aplanamento	61.403	130-150=20 m 150-170=20 m 190-210=20 m	8-20% 20-45%	1750 m
D2221/B - Unidades Denudacionais – Superfície de aplanamento	20.258	70-90=20 m 110-130=20 m 150-170=20 m 190-210=20 m		
D2211/A– Unidades Denudacionais – Superfície de aplanamento	34.448	70-90=20 m 110-130=20 m 150-170=20 m	3-8% 8-20%	1750/3000 m
D2211/B – Unidades Denudacionais – Superfície de aplanamento	61.173	90-110=20 m 130-150=20 m 150-170=20 m		1750/3000 m
D2231 - Unidades Denudacionais – Superfície de aplanamento	23.453	150-170=20 m 190-210=20 m 230-260=20 m	3-8% 8-20% 20-45%	<750 m
D2210 – Unidades Denudacionais - Superfície de aplanamento	44.352	130-150=20 m 150-170=20 m 190-210= 20 m		1750/3000 m
D2212 – Unidades denudacionais - Superfície de aplanamento	35.571	150-170=20 m 190-210=20 m		
D32- Unidades Denudacionais - Superfície de aplanamento	24.958	150-170=20 m 190-210=20 m 210-320=20 m	8-20% 20-45%	750/1750 m
S111 – Unidades Estruturais - Superfície tabular	65.977	130-150=20 m 150-170=20 m 210-230=20 m		1750/3000 m
E – Unidades de Intemperismo - Formação irregular	3.424	90-110=20 m 110-130=20 m	3-8% 8-20%	1750/3000 m

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001) e Rondônia (2001)



### 3.5.2. Caracterização dos Solos

Nesta caracterização, é feita uma breve abordagem sobre as atualizações na nomenclatura dos solos. Porém, destaca-se que se optou em seguir a mesma nomenclatura utilizada pelo PLANAFLORO (2001), que segue a classificação antiga da Embrapa (1999).

Deste modo, os principais solos identificados na área de estudos foram: Latossolos, Podzólicos, Areias Quartzosas, Solos Concrecionários e Solos Litólicos. De acordo com Rondônia (2001) e Brasil (2006a), os tipos de solos como os Latossolos são bastante intemperizados, os quais apresentam como principais minerais, derivados da argila, caulinita, gipisita, minerais amorfos e sesquióxidos de ferro e alumínio. Sua capacidade de troca catiônica é baixa, assim como a quantidade de cálcio, magnésio, potássio e sódio adsorvidos. Isto se deve pela forte lixiviação, quando ocorrida. É importante destacar que muitos Latossolos apresentam estrutura microgranular bem desenvolvida, a qual confere boas características físicas, das quais se obtêm boa drenagem e boa aeração. Também os Latossolos, em geral, apresentam baixa capacidade de retenção de umidade, apesar dos seus conteúdos de argila. A sua boa estrutura é resultado da presença dos sesquióxidos, que favorecem a junção das partículas de argila em agregados bastante estáveis, muito embora tais agregados contenham, principalmente, partículas do tamanho de areias, fazendo com que esses solos se assemelhem, no que diz respeito à retenção de umidade, a solos arenosos.

Os Podzólicos se caracterizam pelo horizonte B textural argiloso, ácidos, frequentemente álicos e distróficos e com baixa saturação de bases. O tipo de argila predominante é a caulinita, embora seja comum a ocorrência de óxido e sesquióxidos de ferro e alumínio. Alguns dos solos desta unidade apresentam texturas argilosas, franco-argilosas, francas ou areno-argilosas, intermediárias entre Latossolos e solos Plínticos (RONDÔNIA, 2001).

As Areias Quartzosas, não apresentam horizonte diagnóstico. São originários de arenitos ricos em quartzo ou em aluviões ou colúvios transportados. Estes solos, em geral, apresentam características restritivas, tanto físicas quanto químicas, tais como baixa capacidade de retenção de umidade e fertilidade natural muito deficiente. A capacidade de troca catiônica é baixa, apresentando, constantemente, reação bastante ácida (RONDÔNIA, *op.cit*).

Os solos Litólicos são rasos e apresentam uma sequência de horizonte AR ou ACR. Correspondem aos *Inceptisols*, *Entisols* e alguns grupos esqueléticos dos *Ultisols*, *Alfisols* e *Mollisols* da classificação do USDA (1994). São normalmente encontrados em terrenos de forte declividade e erodidos. Frequentemente, são pedregosos, e, devido à sua escassa profundidade e relevo, dificilmente são agricultáveis.

As classes apresentadas de solos seguiram a classificação antiga, sendo esta classificação pertencente à Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (1995) e CAMARGO, KLANT e KAUFFMAN (1987). Deste modo, foi necessária a conversão para as atuais classes correspondentes de acordo com nova classificação, Brasil (2013), para fins de critérios de hierarquização da variável ambiental solo (Quadro 08).

Quadro 08: Comparação entre classes de Solos

SOLOS (FAO, 1995; USDA, 1994 <i>apud</i> RONDÔNIA, 2001)	SOLOS (Brasil, 2013)
Latossolos	Latossolos
Podzólicos	Argissolos
Areais Quartzosas	Neossolos
Solos Litólicos	Neossolos
Solos Concrecionários	Plintossolos

Organizado pela autora.

Como pode ser observado, 4 (quatro) classes de solos foram modificadas a exemplo das Areias Quartzosas, Podzólico, Solos Concrecionários e os Solos litólicos. As classes de Solos Arenosos (Areias Quartzosas e os Solos Litólicos) agora pertencem à classe dos Neossolos, por apresentarem a mesma estrutura. Segundo a classificação da Brasil (2006a), a classe Neossolo é constituída por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, e não apresenta qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Os requisitos desta classe, se referem à ausência de horizonte glei até 150 cm de profundidade, exceto no caso de solos de textura arenosa, ou que contenham areia franca e não apresentem materiais primários intemperizáveis. Também apresentam ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A, ausência de horizonte plúntico dentro de 40 cm ou dentro de 150 cm da superfície, se imediatamente abaixo de horizontes A ou E, e ausência de horizonte A chernozêmico com caráter carbonático, ou conjugado à presença de horizonte C com caráter cálcico.

A classe do Latossolo continuou com a mesma classificação e, por apresentar-se bastante evoluído e resistente, seu grau de fragilidade é baixo, com exceção dos Latossolos Amarelos Distróficos e Latossolos Vermelhos Amarelos Distróficos de textura média ou franca.

Os solos Podizólicos foram reclassificados para Argissolos. Estes solos são constituídos por material mineral, e sua característica diferencial é a presença de horizonte B textural de argila de atividade alta ou baixa. O horizonte B textural encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico. Nesta classe, é evidente um incremento de teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B. A transição entre os horizontes A e B textural (Bt) é usualmente clara, abrupta ou gradual. São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila em ambos. A textura identificada nesta classe é argilosa, sendo esta característica uma das condicionantes que permitem classificar o solo como de baixa fragilidade natural (BRASIL, *op.cit.*).

Os Solos Concrecionários foram reclassificados para Petroplínticos, conforme Brasil (2006a), e depois para Plintossolos conforme Brasil (2013), e são caracterizados por ter em sua constituição mais de 50% em volume de concreções ferruginosas. Possuem sequência de horizontes A, B e C ou A e C, sendo mais comum a presença de B latossólico, B textural ou B Câmbico. São solos com argila de atividade baixa, podendo ser álicos e distróficos, muito raramente eutróficos. A alta concentração de concreções ferruginosas constitui a maior limitação ao uso agrícola destes solos, posto que reduz o volume de terra e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes e espaço, necessários ao desenvolvimento normal das raízes dos vegetais. A presença de concreções restringe também a mecanização. Ocorrem em áreas com relevo desde o plano ao forte ondulado, e são originários de litologias variadas. Esta classificação está localizada conforme a Figura 16.

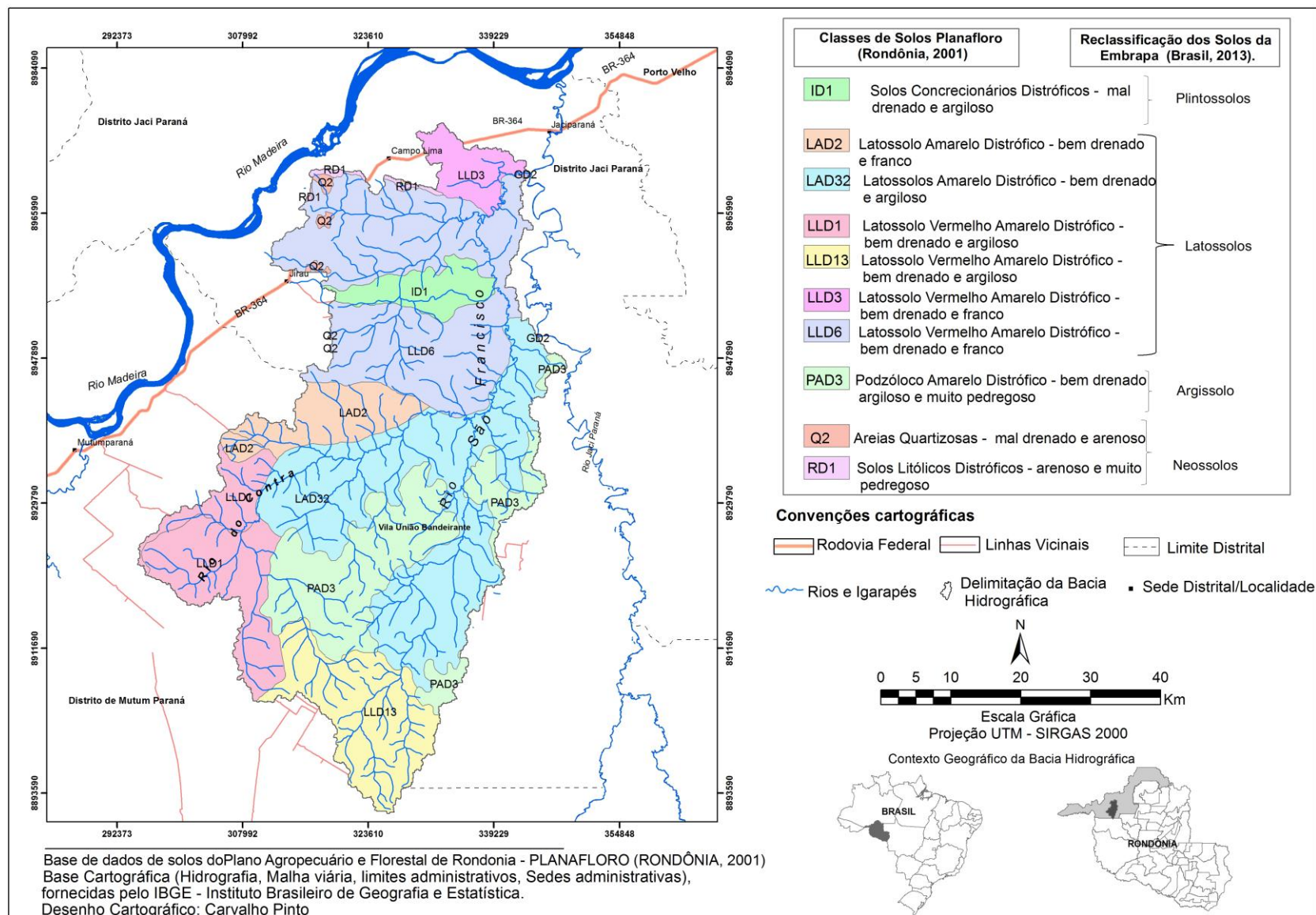


Figura 16 - Cartograma de solos da bacia  
Fonte: Banco de dados do PLANAFLORE, Rondônia (2001).

### 3.5.3. Caracterização da Vegetação

A bacia do Rio São Francisco encontra-se em terrenos sedimentares cuja cobertura vegetal caracteriza-se por duas grandes classes: Florestas Ombrófilas, e, as definidas como Intercalares; onde é possível de se verificar grandes clareiras naturais com fitofisionomia de campos naturais (JAPIASSU, 1979). A bacia apresenta 17 (dezessete) sub-classes de formações vegetais de acordo com os dados do PLANAFLORO (RONDÔNIA, 2001; NUNES, 2012) (Tabela 13).

A principal tipologia é a subclasse de formação do tipo Florestas Ombrófilas. Estas formações são típicas da zona intertropical, as quais são caracterizadas por fanerófitos com presença abundante de lianas lenhosas e epífitos. Essas formações podem apresentar, de acordo com as características climáticas, um déficit hídrico, oriundo da ocorrência de 0 a 4 meses secos. Do ponto de vista de sua fisiologia, transpiração e fertilidade, são caracterizadas como formações higrófilas, em função da grande umidade a que estão sujeitas (Schimper, 1903)<sup>16</sup> *apud* Brasil 1992).

Esta floresta é característica de florestas tropicais úmidas e pluviais, seu dossel é bem distinto com indivíduos emergentes e sub-bosque estratificado, e ocorre sobre Latossolos, Podzólicos, Lateritas de idades variadas, desde o quaternário (aluviais), predominando do terciário até o período pré-cambriano. Alguns subgrupos de formação como *Densa*, apresentam florestas com dossel contínuo e fechado, e sua dominância é de árvores na abóboda sem associações co-dominantes. Quando apresenta formações do tipo *Aluvial*, significa que são de áreas inundáveis. Este tipo de floresta cresce em áreas de solos hidromórficos (que apresentam características oriundas da oscilação do lençol freático, tais como coloração e textura, em função de processos de oxidação e redução), rasos, mal drenados, dispostos em terrenos planos de até 100 m e em planícies de inundação de rios, com forte sazonalidade (RONDÔNIA, 2001; BRASIL, 1992)

---

<sup>16</sup> SCHIMPER, A. F. W. Plant-geography upon physiological basis. Tradução por W.R.Ficher. Oxford Claredon Press, 1903, 839p.

Tabela 13 –Tipos de Vegetação que ocorrem na área da bacia do Rio São Francisco

Siglas	Classes de Formações	ha	Grupos de Formações	Subgrupos de formações	Formações	Subformações
Dse	Floresta Ombrófila	19.331	Higrófila	Densa	Submontana	Dossel Emergente
SOc/Abc+Sps	Floresta Ombrófila	18.658	Higrófila	Aberta	Terras baixas Contato Encrave/savana	Com Cipó
SOc/Asp+Sd	Floresta Ombrófila	18.198	Higrófila		Submontana Contato Encrave/savana	Com Palmeiras
Ap.A	Floresta Ombrófila	41.258	Higrófila		--	Com Vegetação Secundária
Asc+Asb	Floresta Ombrófila	58.711	Higrófila		Submontana	Com Cipó
Asc+Asp	Floresta Ombrófila	20.337	Higrófila	---	Submontana	
Asc+Dse	Floresta Ombrófila	3.758	Higrófila	Aberta	Submontana	
Asc	Floresta Ombrófila	3.687	Higrófila		Submontana	Com Palmeiras
Asp+Asc+Asb	Floresta Ombrófila	124.724	Higrófila		Submontana	
Asp+Asc+Dse	Floresta Ombrófila	55.907	Higrófila		Submontana	
Asp+Asc	Floresta Ombrófila	134.167	Higrófila		Submontana	
Asp+Dse+Asc	Floresta Ombrófila	26.876	Higrófila		Submontana	
Asp	Floresta Ombrófila	38.023	Higrófila		Submontana	
Vsp.A	Floresta Ombrófila	11.558	Higrófila	---	Contato Enclave	Com Vegetação Secundária
Ap+Vsp.A	Floresta Ombrófila	135.967	Higrófila	Aberta	---	
Ap+Vsp.SO	Floresta Ombrófila	1.192	Higrófila	---	Contato Enclave	

Fonte: Adaptado de Brasil (1992) e Rondônia (2001).

A topografia é acidentada, com pequenas formações erosivas. As florestas aluviais, geralmente possuem porte mediano, até 30 m de altura, são latifoliadas e mantêm-se sempre verdes, com hábito caducifólio insignificante. O sub-bosque geralmente é denso, com dominância do estrato arbustivo-herbáceo, possibilitando pouca visibilidade. Nos solos distróficos, a densidade é maior, mas o tamanho médio das árvores diminui. São comuns espécies como o açai (*Euterpe precatoria*), paxiúba barriguda (*Iriarteia ventricosa*) e paxiúba comum (*Socratea exorrhiza*), sororoca (*Phenakospermum guianense*), dentre outras. As florestas de áreas inundáveis apresentam dossel *Emergente* e abertura menor do que as florestas *Abertas* não inundadas (RONDÔNIA, *op. cit*; BRASIL, *op. cit*).

As formações do tipo *Terras Baixas* apresentam florestas de porte elevado, e correspondem às florestas amazônicas de terra firme (*Latu sensu*) que crescem sobre terrenos do Período Terciário. O dossel é alto, com cerca de 30 a 35 metros, sendo que alguns indivíduos emergentes podem atingir até 45 m de altura. O sub-bosque geralmente é limpo, com boa visualização (RONDÔNIA, 2001; BRASIL, 1978, BRASIL, 1992).

As florestas que apresentam formações do tipo *encraves* de matas de *Cipós*, provavelmente foram produzidas por modificações abruptas no solo. Este tipo de floresta cresce principalmente sobre os planaltos e os interflúvios tabulares dos períodos paleozóico e mesozóico, das serras dos Parecis e Pacaás Novos. Este tipo de formação cresce sobre solos rasos, antigos e arenosos, tais como os Podzólicos vermelhos e Areias Quartzosas.

As florestas, tal como as que pertencem à categoria *Densa Submontana*, que apresentam porte elevado, também crescem sobre os planaltos e nos interflúvios tabulares dos períodos paleozóico e mesozóico das serras dos Parecis e Pacaás Novos. Estes tipos de florestas geralmente crescem sobre solos rasos, antigos e arenosos.

As florestas com a categoria *Aberta Submontana* crescem sobre solos antigos, rasos, fortemente intemperizados, com afloramento de rochas e seixo superficial, rolado do cristalino. A topografia é declivosa e sua paisagem é dominada por vales e ravinas. Estes tipos de florestas possuem indivíduos emergentes ao dossel, podendo estar associadas à palmeiras e cipós. Entre as palmeiras, destacam-se o babaçu (*Attalea phalerata*), o coco-cabeçudo (*A. martiana*) e inajá (*A. maripa*) (RONDÔNIA, 2001; BRASIL, 1978, BRASIL, 1992).

Para análise da vegetação, foi considerada a densidade da cobertura vegetal, que é primordial, pois representa a defesa contra os processos morfogenéticos. Quanto maior a densidade da vegetação, menor será o impacto de águas pluviais junto ao solo e menores serão os processos morfogenéticos atuantes, causadores da erosão.

A cobertura vegetal impede, ou minimiza, o impacto direto das gotas de chuva sobre o terreno, os quais promovem a desagregação de partículas. A cobertura vegetal também possui o efeito de impedir, ou reduzir, a compactação do solo, que pode diminuir o potencial de absorção de água e aumentar a capacidade de infiltração (RIBEIRO, 2007; SPÖRL, 2007; TRICART, 1977). A Figura 17 apresenta a distribuição das sub-classes e de formações vegetais, a partir da qual é indicada a distribuição espacial dos tipos de vegetação (RONDÔNIA, 2001).



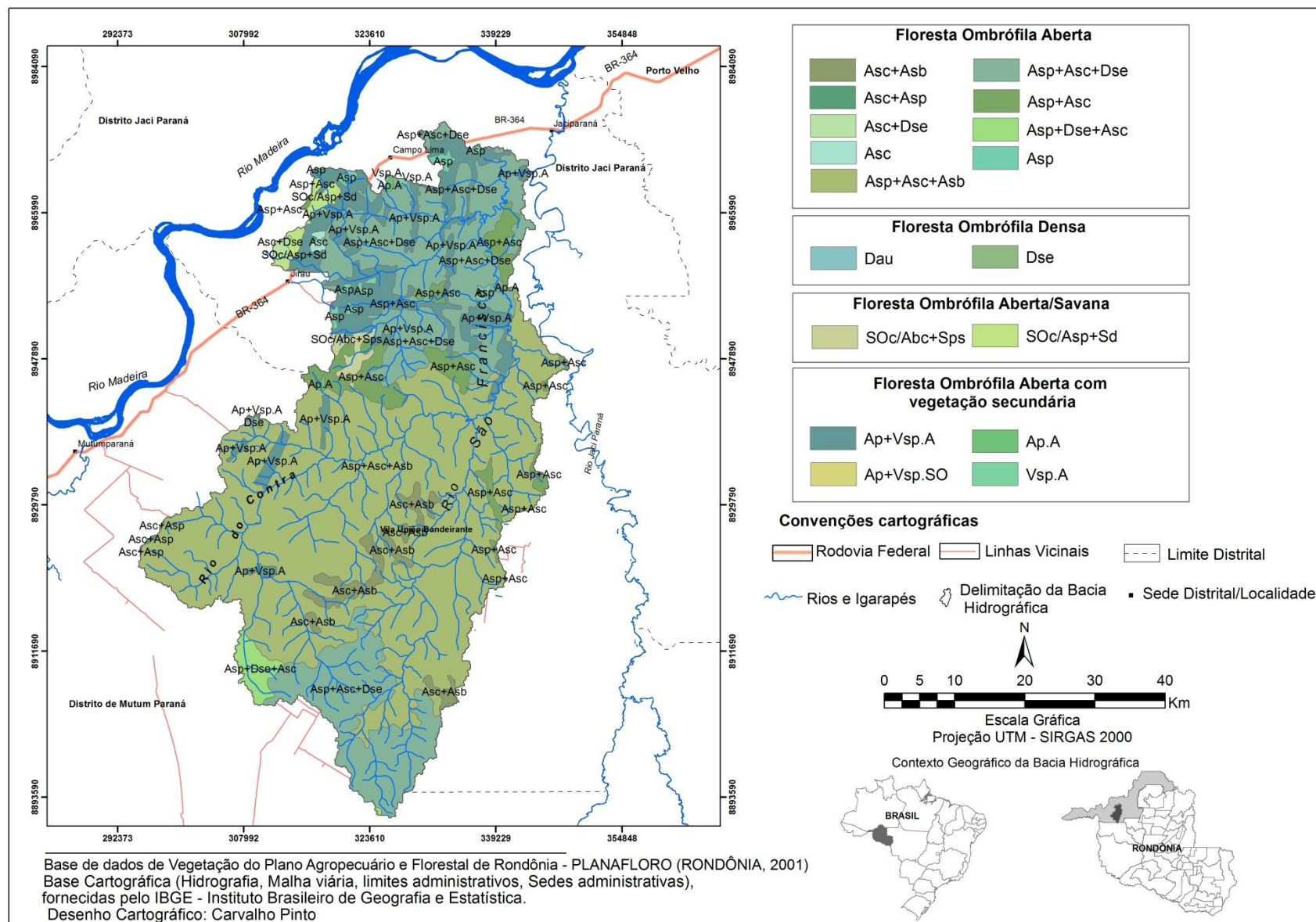


Figura 17- Cartograma da Vegetação da Bacia

Fonte: Banco de dados do PLANAFLO, Rondônia (2001).

#### 3.5.4. Caracterização da Geologia

A área de estudo está inserida no Megalineamento Itacoatiara - Madre de Dios, e enquadra-se na Unidade Morfoestrutural Alto Estrutural Guajará Mirim-Porto Velho. O alto estrutural representa uma porção do embasamento soerguida por processos tectônicos durante o Cenozóico, sendo que o rio Madeira, neste trecho, encontra-se no vale encaixado, marcado por níveis de base locais (corredeiras, travessões e saltos) e exíguas planícies de inundação, numa nítida condição de ajuste ao nível de base regional (QUADROS *et al.*, 1996, SOUZA FILHO *et al.*, 1999). O Alto Estrutural Guajará Mirim-Porto Velho está delimitado a oeste e a sul pela Depressão Sub-Andina do Beni e pela Depressão do Guaporé. Esta grande Bacia Quaternária, que se situa em posição de *back-arc* com relação à Cordilheira dos Andes, consiste numa vasta planície aluvial, que abrange a Amazônia boliviana e o vale do Guaporé e reúne os principais formadores do rio Madeira, sendo denominados de rios Beni, Madre de Dios, Mamoré e Guaporé.

A leste e a norte, o alto estrutural está delimitado pelo Planalto Rebaixado da Amazônia, representado por baixos platôs, sulcados pela rede de drenagem atual e constituídos por extensos depósitos terciários e quaternários, pertencentes às Formações Solimões e Içá e associados à Bacia Sedimentar do Amazonas. Na zona próxima à calha do rio Madeira, entre a cachoeira do Jirau e a ilha do Paredão, afloram Arenitos Ortoquartzíticos da Formação Mutum-Paraná (metassedimentos), além de arenitos arcosianos e conglomerados da Formação Palmeiral. Trata-se de coberturas sedimentares cratônicas plataformais, de idade mesoproterozóica. Essa região também é composta essencialmente por rochas intrusivas ácidas da Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas (granitos subalcalinos) e, por estar situada no plano de um lineamento estrutural de direção E-W, sugere que seu nível de base local tenha sido gerado por uma reativação neotectônica de um antigo plano de falha (CPRM, 2007).

O Alto Estrutural Guajará Mirim-Porto Velho é fortemente segmentado por lineamentos N-S e NW-SE, provavelmente transpressivos, o que pode explicar a ausência de áreas propícias à acumulação de sedimentos fluviais. A evolução cenozóica da área notabiliza-se pelo forte controle, imposto pelos processos neotectônicos, cujas evidências são observadas a partir de anomalias na morfologia do sistema deposicional, e também por anomalias na rede de drenagem. Essa extensa área de sedimentação, indica a presença de um bloco subsidente com basculamento para nordeste

(LATRUBESSE, 2000).

A formação estrutural geológica da bacia do Rio São Francisco, conforme dados do CPRM (2007) na escala de 1:100.000, apresenta algumas classes diversificadas. Destacam-se na bacia, Depósitos Aluvionares denominado Q2a (a) os quais são depósitos arenosos, siltosos e argilosos, com níveis de cascalho compatível com o ambiente fluvial. Também é constituída de Depósitos Argilosos, em que Q2ag (ag) são depósitos argilosos e siltico-argilosos inconsolidados, ricos em matéria orgânica e relacionados às planícies de inundações (CPRM, 2007).

Ainda, de acordo com o Serviço Geológico do Brasil, a bacia predomina Cobertura Sedimentar indiferenciada, onde NQi (i) são depósitos de areia, silte, argila ou cascalho, com restos de materiais lateríticos (horizontes mosqueados e argilosos, além de crosta laterítica ferruginosa). Apresentam também sedimentos aluvionares, coluvionares e eluvionares indiferenciados, recobertos por cobertura de solos indiscriminados. Em alguns pontos concentrados no centro da bacia, encontram-se Coberturas detrito-lateríticas, onde NQdl (dl) são depósitos argilo-arenosos e siltico-arenosos, ricos em concreções ferruginosas. Apresentam horizontes argilosos com mosqueados, crosta laterítica ferruginosa, concrecionária ou colunar, e materiais coluvionares e eluvionares, ricos em detritos lateríticos e fragmentos de quartzo.

O Complexo Nova Mamoré, denominado MP2 (nm) apresenta biotita paragnaisse quartzo-feldspático, granada biotita paragnaisse, gnaiss calciossiccático, sillimanita-granada-biotita-quartzo xisto. Na mesma região, ainda existem uma concentração da Suíte Intrusiva Alto Candeias, onde MP2gamma\_ac: é formada por granito porfirítico com feições repakivíticas, aplito, sienito e charnockito; e a Suíte Laje MP2gamma\_l (l): apresenta leucogranito foliado com granada (CPRM, *op cit*, 2007).

A suíte Intrusiva da Providências MP1gamma (p) é composta por granito rapakivi (anfibólio-biotita monzogranito, biotita sienogranito). Apresenta também charnockito, mangerito e rochas máficas associadas, variando de isotrópica à foliada (foliação de fluxo magmático e milanítica). E, em menor quantidade, ao norte da bacia, encontra-se o Complexo Jamari PP4ja e PP4ja (a) (ja) na qual caracteriza-se por ortognaisse tonalítico e quartzo-diorito dominantes, além de enderbite, gnaiss calcissilicática, granada-biotita-sillimanita gnaiss e mica xisto (CPRM, 2007). Estes elementos estão apresentados na Figura 18 a seguir:

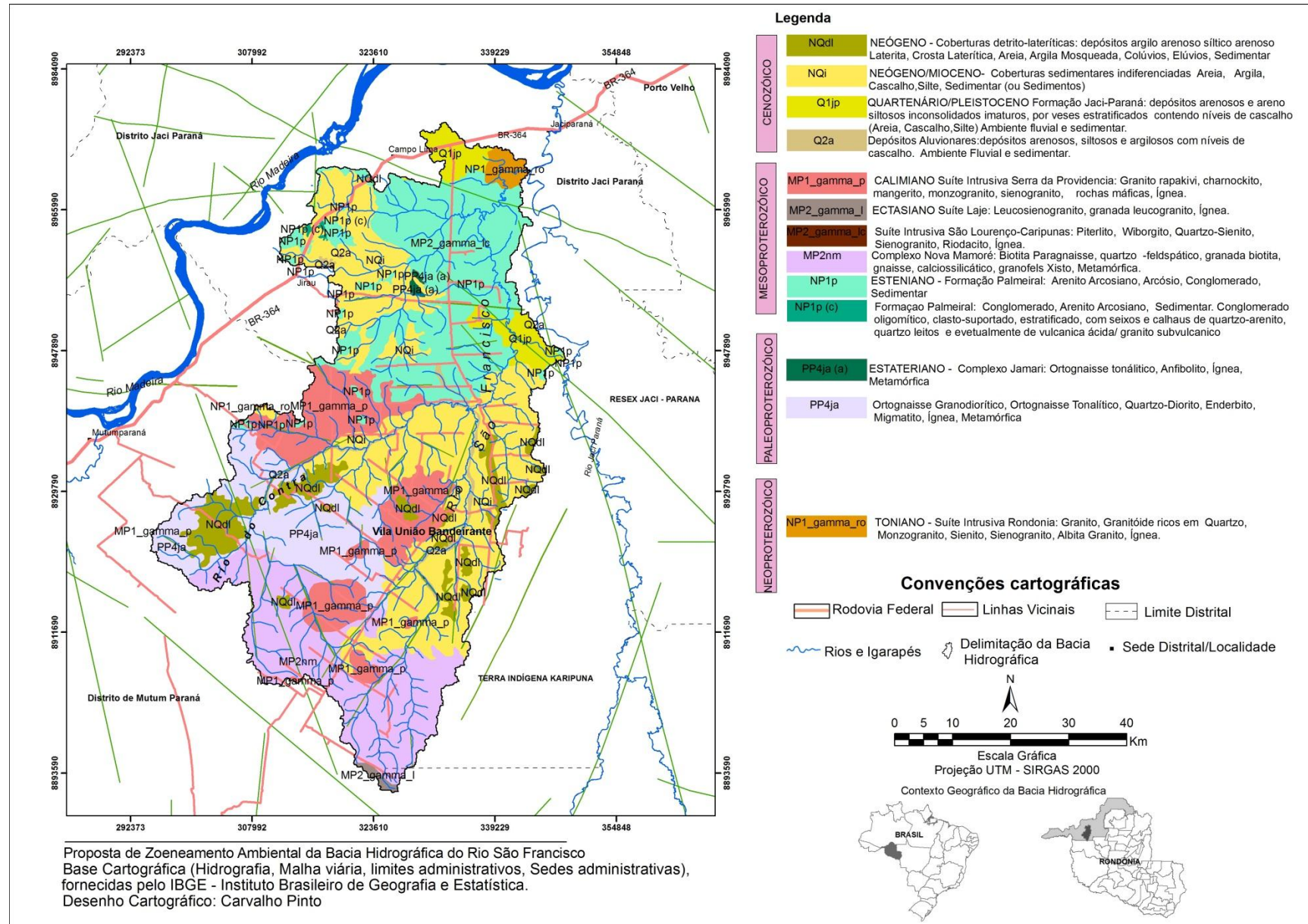


Figura 18-Cartograma de Geologia da bacia.

Fonte: Banco de dados da CPRM (2007).

### 3.5.5. Caracterização do Clima

Rondônia sofre influência da Massa Equatorial Continental (mEc), o que se caracteriza como um dos sistemas principais de circulação atmosféricos, sendo este, o resultado da convecção termodinâmica dos ventos de Nordeste (NE), do anticiclone dos Açores, e da zona de convergência intertropical (ZCIT). Assim, a característica climática apresenta-se por excesso de umidade no Estado de Rondônia, onde as instabilidades são frequentes. A referida massa de ar estabelece a ocorrência de chuvas torrenciais. Conforme a classificação de Köppen, o tipo climático é Am, com um período de seca bem definido e total anual de precipitação muito elevado. Porém, o clima na região, recebe algumas denominações quanto a sua classificação, Conforme Köppen, como já mencionado, o apresenta como um clima do tipo Am (clima de monção com uma breve estação seca e chuvas intensas no restante do ano); Nimer (1989) diz tratar-se de um clima quente úmido com três meses secos do tipo tropical; enquanto Mendonça e Danni- Oliveira (2007), classificam-no como um clima equatorial com sub-seca (três meses secos), com influência da mEc e da ZCIT.

Com relação ao déficit hídrico, na área de estudo, é considerado moderado com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês. Já as médias anuais dos índices pluviométricos, conforme é demonstrado na Figura 19, apresentaram variações de 1800 a 2100 mm/aa (RONDÔNIA, 2001; STRAHLER, 1984; SUDO, 1974).



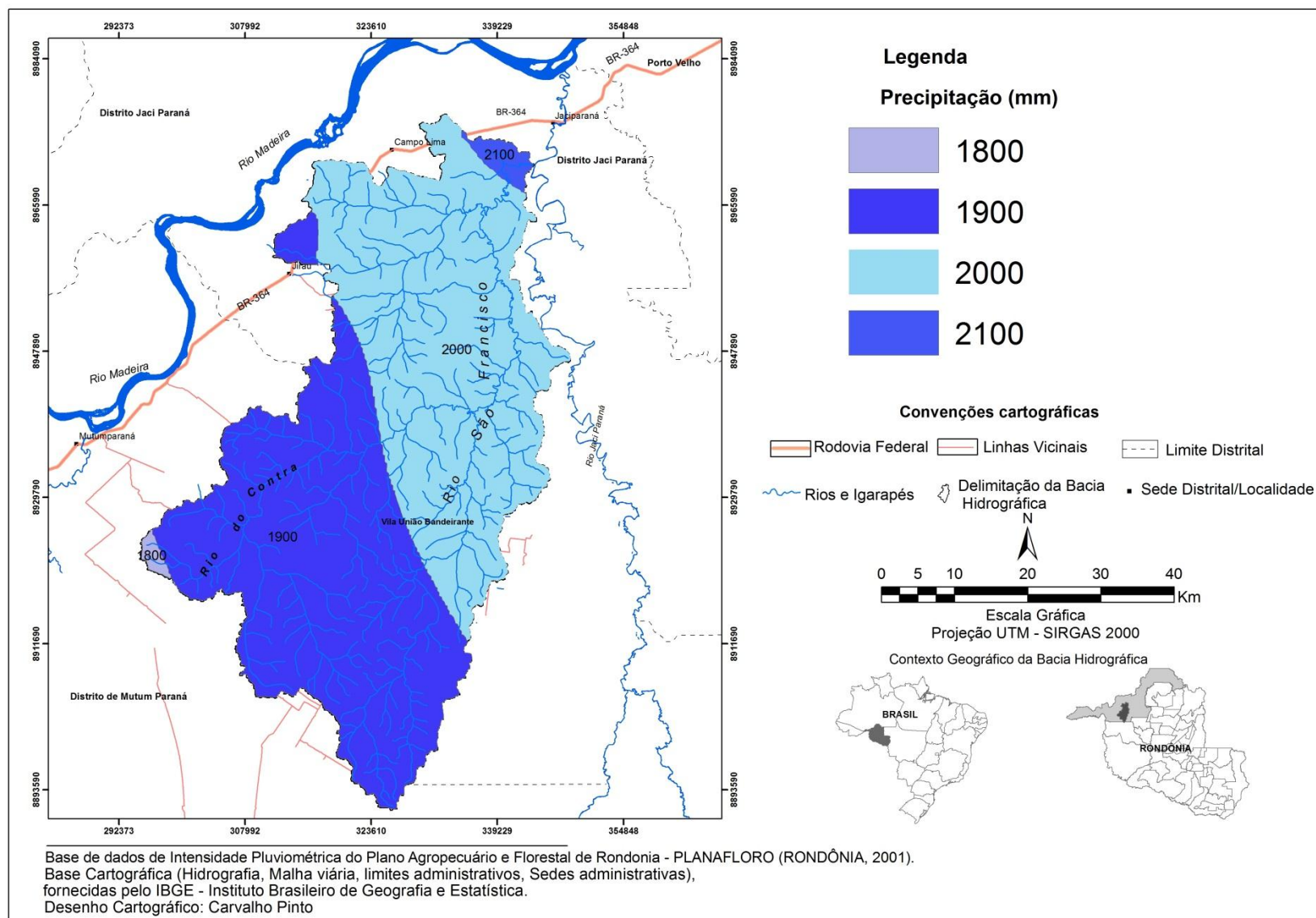


Figura 19- Cartograma de Intensidade Pluviométrica da bacia  
Fonte: Banco de dados do PLANAFLORO, Rondonia (2001).

### 3.5.6. Caracterização do Uso e Cobertura da Terra

Com base nos dados de campo, os usos identificados foram de pecuária extensiva, área urbana, floresta, cultura permanente, extrativismo vegetal, sistema silvipastoril, sistema agroflorestal e desmatamento recente. Estas categorias de uso foram propostas com o objetivo de diferenciar a vulnerabilidade que cada uma delas proporciona aos solos. As categorias de usos identificadas estão descritas com seus aspectos mais relevantes a seguir:

#### - Pecuária extensiva

É um sistema em que o gado é criado solto na pastagem plantada, que geralmente passa por remoções periódicas das espécies de plantas não aproveitadas pelos animais, mas, eventualmente, pode ser enriquecido pela introdução de forrageiras exóticas, sem que seja necessária a utilização de alta tecnologia. Em geral, a área é extensa, e, em alguns casos, não tem cerca separando-as das áreas de outros proprietários. Com a observação de campo, a pecuária extensiva representa 43,02% na Bacia do Rio São Francisco, conforme as Figuras 20 e 26 indicam.

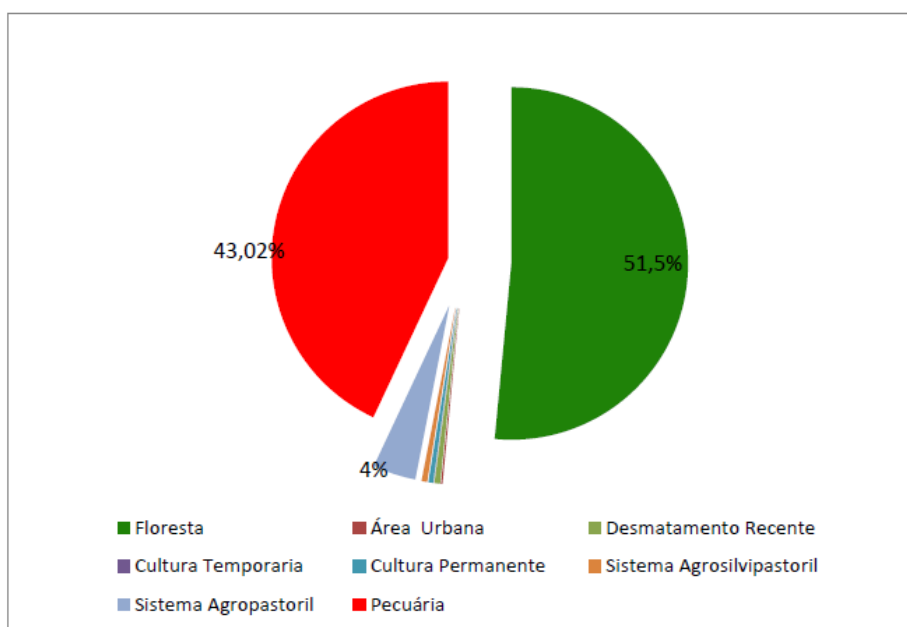


Figura 20: Gráfico de Uso da Terra da Bacia do Rio São Francisco.  
Fonte: Nunes, (2014).

Nas áreas de União bandeirantes e do Assentamento de São Francisco, onde se verifica a produção de pequenos e médios produtores, destaca-se a categoria de *Cultura permanente*, a qual representa 1% de uso. A produção agrícola destas áreas abastece mercados e feiras em Porto Velho. A cultura permanente é a mesma que a lavoura

permanente e, nesta lavoura, a cultura de ciclo longo permite colheitas sucessivas, sem a necessidade de novo plantio a cada ano. Nesta mesma categoria, estão espécies como bananeiras e cafeeiros, que podem ser verificados na bacia e estão indicados nas figuras 21 e 22 (BRASIL, 2006b).



Figura 21 – Plantação de banana em União Bandeirantes.  
Fotos: Carvalho Pinto 2013.



Figura 22 – Plantação de café em União Bandeirantes.  
Fotos: Carvalho Pinto, 2013.

Ao se considerar a estrutura comercial da Vila de União Bandeirantes, percebe-se que a atividade pautada na agricultura, além da pecuária, é a que movimenta o mercado interno. Outro dado que chama a atenção nesta movimentação, está nas características pedológicas, que embora sejam desfavoráveis do ponto de vista de sua fertilidade natural, apresentam uma atividade agrícola com boa produção, em que as culturas são bem desenvolvidas. Pelos dados de Rondônia (2001), os solos são os Podzólico Amarelo Distrófico e o Latossolo Amarelo Distrófico e, com base em Brasil (2006a), estes tipos de solos apresentam baixa fertilidade natural ( $V\% < 50\%$ ), o que



significa que os mesmos, para a produção agrícola, seriam de uso *restrito*<sup>17</sup>, contrário ao que é possível observar em campo, cuja produção apresenta boa performance.

A área também apresentou a categoria de *Sistema Agroflorestal* (SAF). Este sistema combina cultivos de lenhosas, perenes e/ou criação de gado, em uma mesma unidade de terreno, usando alguma forma de mistura espacial ou sequencial. Neste tipo de uso, os produtores visam maximizar a ação compensatória, e também minimizar a competição entre as espécies, com o objetivo de conciliar o aumento de produtividade e a rentabilidade econômica com a proteção ambiental. Num sistema agroflorestal, ocorre uma significativa interação ecológica e econômica entre as diferentes espécies do sistema. O uso das árvores no sistema agrícola possibilita aumentar a diversidade dos sistemas de monoculturas, controla as condições microclimáticas para os outros componentes e melhora ou conserva as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Neste sistema, estão três subsistemas diferentes sendo eles agrossilvipastoril, agrossilvipastoril, agropastoril e silvipastoril.

Na área de estudo o sistema agrossilvipastoril representa apenas 1% de uso e encontra-se especificamente em União Bandeirantes (BRASIL, 2006b). Foi identificado no Subsistema Silvipastoril o aproveitamento de Sistema Agropastoril, representado na área com 4% de uso.

Já nas áreas que apresentaram a categoria *Floresta*, indicando ausência de qualquer tipo de uso, apresentam as formações de Floresta Densa (estrutura florestal com cobertura superior contínua) e Floresta Aberta (estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior, conforme seu tipo, com cipó, bambu e palmeira), já previstas no cartograma de vegetação da área de estudo, representando 51,5% da área.

Com relação à categoria *Desmatamento Recente*, esta representa na área 1% de seu uso, o que indica baixa porcentagem, apesar de União Bandeirantes ser área recente, em que o desmatamento é inevitável para uso de pastagens e cultivo. O desmatamento recente é resultado direto do conjunto de atividades humanas. Este fator ocorre para que seja propiciada uma expansão das áreas cultiváveis, das pastagens, entre outros. Pelo fato de haver áreas já consolidadas pelo uso da pecuária desde 2001, esta classe é menos representativa atualmente. Porém, com o uso intensivo das pastagens em solos caracterizados como vulneráveis, indicados no cartograma de índice de vulnerabilidade

---

<sup>17</sup> Nos dados de aptidão agrícola da área de estudo, a produção agrícola é classificada como *Restrita* (Rondônia, 2001).

dos solos, onde estão centrados os solos Podzólicos com índice 2,0, muitas áreas estão degradadas, o que pode conduzir os produtores a abrir ou ampliar a malha rodoviária, de modo a expandir novas áreas, conforme as Figuras 23 e 24.



Figura 23– Desmatamento recente em União Bandeirantes  
Foto: Carvalho Pinto, 2013.



Figura 24– Pastos degradados na região centro Norte da Bacia  
Foto: Carvalho Pinto, 2013.

Através dos dados de uso da terra obtidos, pode-se definir a área de estudo como de economia agropastoril, sendo que o predomínio de terras para pastagens é de 43,02%. Este predomínio pode ser justificado pela rentabilidade imediata que o gado oferece, quando comparado à agricultura, sendo que a mesma também é representativa e o investimento de capital é maior, pois, nestas propriedades, há todo um processo de mecanização dos solos e de uso de implementos agrícolas como: fertilizantes, tratores para aração dos solos, entre outros, conforme a Figura 25.



Figura 25– Preparo dos solos para plantio em União Bandeirantes  
Foto: Carvalho Pinto, 2013.

Este fator pode ser considerado de média a alta aplicação do capital, conforme os dados de aptidão agrícola das terras do Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO. Outro fator que se verifica nestes dados, é que boa parte da vegetação original dominante da área, já foi devastada e substituída por pastagens.

O mapa de Uso e Ocupação da Terra na bacia demonstrou, a partir dos dados coletados em campo, que o processo de desmatamento tem forte relação com a pecuária quando se considera os percentuais de abrangência espacial dessa atividade na área, conforme a Figura 26 representa a seguir.

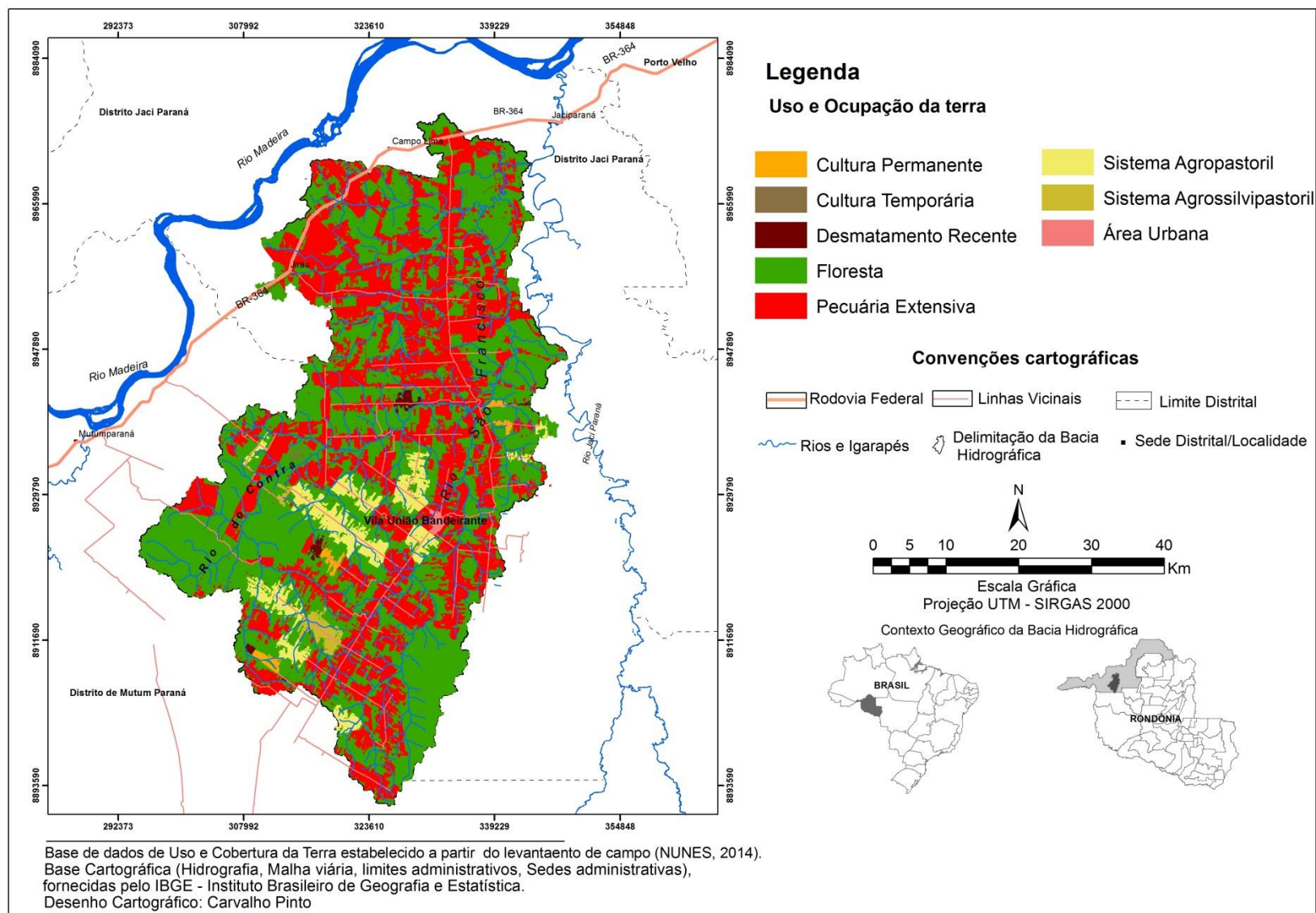


Figura 26 – Mapa de Uso da Terra da bacia

Fonte: Banco de dados de Uso e Cobertura da Terra feitos por levantamentos de campo. Adaptado de Nunes (2014).

## Capítulo 4

---

### 4.1. FRAGILIDADE AMBIENTAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL

#### 4.1.1 ANÁLISES MORFOMÉTRICAS: INDICADORES DE FRAGILIDADE NATURAL À EROSÃO

Christofolletti (1969) destaca que a análise morfométrica de bacias hidrográficas relaciona-se à drenagem, relevo e geologia, ao qual podem levar à compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local. Assim, para a compreensão dessa dinâmica, destacou-se, primeiramente, a forma do relevo da área de estudo, que apresenta-se suavemente ondulado a ondulado. Em algumas situações, evidencia-se até alguns esporádicos *inselbergs*, *hillocks* e *tors*, conforme dados geomorfológicos e de campo. O relevo supracitado, representa 69% da área, sendo este, o maior índice. Representando apenas 2% da área, apenas no setor sul e centro Norte da bacia, observa-se a ocorrência de relevo medianamente dissecado ou fortemente ondulado.

O relevo também está associado às formas estruturais da área, onde a mesma recebe influência de linhas de falhas e fraturas, direcionadas de SE-NE e SW-NE, predominantemente, que condicionam o desenvolvimento e direção dos eixos de drenagem. A área de estudo está localizada no Megalineamento Itacoatiara-Madre de Dios, na unidade Morfoestrutural denominada *Alto Estrutural Guajara Mirim-Porto Velho*, e suas orientações de vertentes variam de 0 a 360° e, majoritariamente, apresenta orientações de 45°, representando mais de 40% da área total, as quais seguem de sul para norte, justificando que a bacia é uma sub bacia do Rio JaciParaná que, por sua vez, é Sub bacia do Rio Madeira. Seus tributários desaguam neste sentido, devido à sua formação estrutural.

As características morfométricas da bacia governam todo o escoamento superficial da água e, por isso, a bacia hidrográfica vem sendo considerada como unidade territorial ideal para o planejamento integrado dos recursos naturais (BACK, 2006). Para o conhecimento destas características, destaca-se os resultados de alguns parâmetros morfométricos descritos a seguir.

A área da bacia possui 2.305,0119 km<sup>2</sup> tendo o seu perímetro de 406,11 km. O comprimento do canal principal é de 128,41 km. A **hierarquia fluvial** é de 5ª ordem, indicando que a bacia é bem ramificada e apresenta eficiência no sistema de drenagem. O total de canais é de 412 com 1221,28 km.

A sinuosidade do canal principal indicou, através do índice (Is) o resultado de 1,54. Segundo Christofolletti (1980), valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo, ou seja, existe elevado controle estrutural ou alta energia; já os valores superiores a 2,0 sugerem canais irregulares. Através do valor encontrado, pode-se verificar que o canal principal (Rio São Francisco) possui baixa sinuosidade, comprovando a influência da orientação estrutural, com tendência para a maior velocidade de fluxo, que pode favorecer o transporte de sedimentos em suspensão<sup>18</sup>. Estes sedimentos podem ser constituídos de três componentes, sendo eles matéria orgânica, em diversos estágios de decomposição, minerais particulados (argilas, carbonatos e silicatos) e componentes inorgânicos de composição biogênica (WETZEL, 1993). A ação mecânica da água é responsável por separar as diversas granulometrias das partículas do sedimento, constituindo um gradiente de tamanho, e variando suas posições conforme a velocidade da água.

Não foi possível fazer estudos específicos sobre os sedimentos em suspensão na Bacia do Rio São Francisco, porém, estudos realizados por Watanabe (2015), chamaram atenção pelo motivo da sua área de estudo (Bacia Mutum Paraná) estar próxima à Bacia do Rio São Francisco, e a mesma possuir 330,26 km<sup>2</sup> e carrear sedimentos de até 1650,95 ton/ano nos anos de 2013 a 2015. A característica física desta bacia e o tipo de uso são bem similares à Bacia do Rio São Francisco, sendo que, estas áreas, estão situadas na mesma unidade morfoestrutural. A quantidade de sedimentos carreados chama a atenção e comprova que bacias que apresentam forma retilínea, são propícias a carrear elevadas taxas de sedimentos.

Outro fator interessante, é que as taxas elevadas de sedimentos em suspensão na bacia (Mutum-Paraná) se devem principalmente ao uso das pastagens, que representa, na bacia do Rio São Francisco, um uso majoritário de 43,02%. Outra ocorrência evidenciada com relação aos sedimentos, neste caso, sedimento de fundo, está na sub-bacia do Rio São Francisco, denominada Rio do Contra. Nele foram identificados alguns metais pesados. Conforme estudo de Santos *et al.* (2015), na região do Rio Madeira e seus tributários, os metais identificados foram: Pb, Zn, Cr, Cu, Co e Ni (substâncias químicas potencialmente tóxicas). O entorno do Rio Madeira, onde

---

<sup>18</sup> Pode-se denominar o sedimento como toda a partícula derivada das rochas ou de materiais biológicos (matéria orgânica), capaz de ser transportada por um fluido. Os sedimentos originam-se da fragmentação de rochas pelos processos de intemperismo, e são transportados pelas águas ou pelo vento do local de origem, até os rios e locais de deposição, caracterizando-se por material sólido em suspensão na água, ou depositado no leito (CARVALHO *et al.* 2000).



localiza-se o reservatório de Jirau e a bacia do Rio São Francisco, foi explorado pela garimpagem do ouro entre as décadas de 70 e 90, e nele foram despejadas toneladas de Hg. Porém, atualmente, esta atividade não foi identificada na área da bacia, mas uma nova dinâmica de exploração tem contribuído para o elevado teor de metais pesados identificados (Quadro 09).

Quadro 09: Dados do ponto Ct 01 em  $\text{mg kg}^{-1}$

Local de coleta		Pb	Zn	Cr	Cu	Co	Ni
Ct01 Rio do Contra	Média	10,86	27,69	6,62	6,32	3,04	3,14
	Máxima	18,46	113,76	14,27	13,54	6,16	5,96
	Mínima	3,78	6,15	2,01	2,28	1,17	0,14

Fonte: Adaptado de Santos *et.al.* (2015).

Obs: Dados descritivos dos pontos nos tributários em  $\text{mg kg}^{-1}$ , com  $n = 7$ , onde Máx é o maior valor de concentração medido e Mín o menor valor de concentração medido.

Através dos dados, pode-se perceber que, no Rio do Contra, o metal Zn apresenta o maior nível (113,76). O alto teor deste metal pode estar relacionado à utilização dos solos para atividades da agropecuária e agricultura, que foram identificadas na bacia. Segundo Ramalho *et al.* (2000), a utilização de agrotóxicos tem elevado os níveis de metais pesados nos solos e, consequentemente, nos sedimentos, uma vez que os metais pesados fazem parte dos componentes ativos de vários agrotóxicos, em forma de sais de Zn e arsenatos de Pb e Cu. A ocorrência de uso de agrotóxico em lavouras pode explicar o nível do metal identificado no Rio. O Rio do Contra, em alguns trechos ou afluentes, apresenta canais muito retilíneos e, nos mesmos, existe a ocorrência de solos (Latossolos Vermelho Amarelo Distrófico) com textura franca, que apresentam declividade um pouco acentuada (ondulada) e são suscetíveis à erosão, formando até mesmo voçorocas e ravinas, conforme a Figura 27 demonstra.

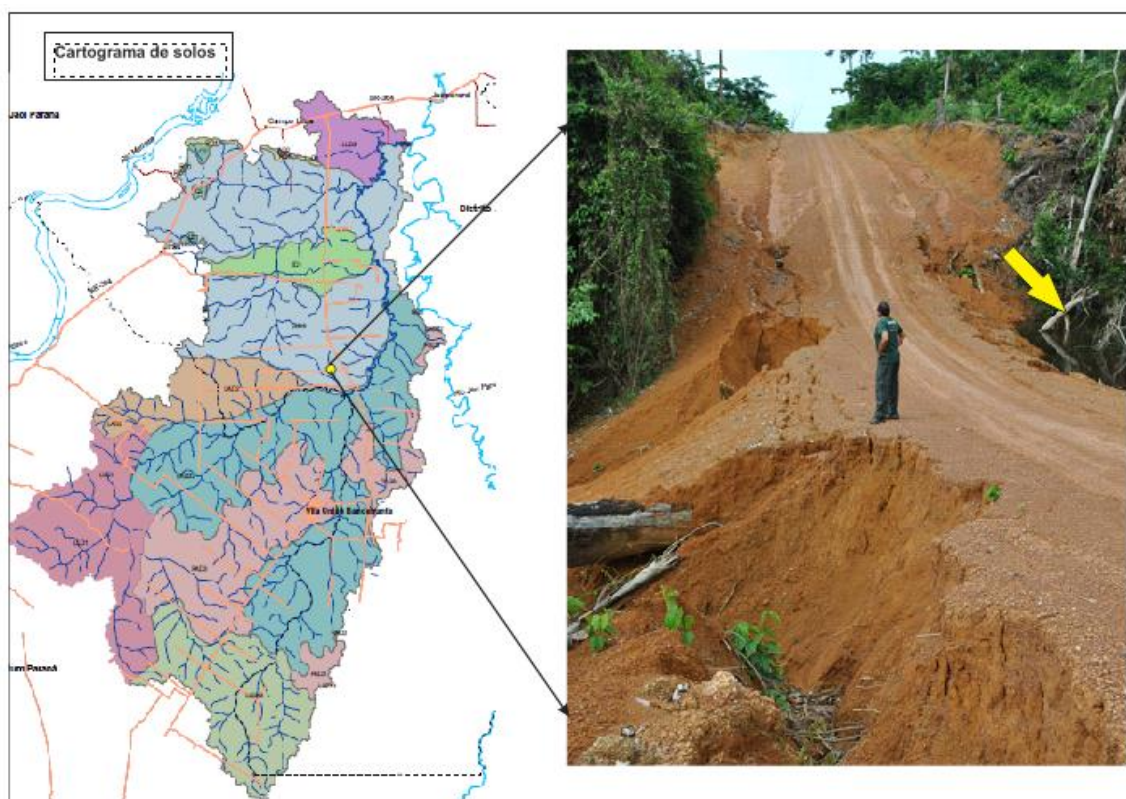


Figura 27: Erosão (voçoroca e ravina) com relevo ondulado em trecho pertencente ao Rio do Contra. Ponto 14 com coordenadas: E: 334382 e N: 8943367.

Fonte: Banco de dados Fotográficos do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental.

Obs: Seta amarela indicando o rio.

Com relação aos aspectos geológicos, foi identificado no mesmo afluente do Rio do Contra, uma formação de arenitos arcossianos sedimentar, que pode justificar a formação dos solos de textura franca (Figura 27). O desmatamento recorrente, principalmente em encostas e margens de rios também contribui com o processo de erosão, facilitando o carreamento dos metais pesados identificados no rio.

O parâmetro de extensão média do percurso superficial do Rio São Francisco (Eps) foi calculado através da equação  $Eps = 1/2Dd$  e mostra, com base na densidade de drenagem, o resultado de 0,275 km. Este resultado indica que a chuva terá que escoar pela superfície do terreno, em média, a distância de 275 m até atingir um canal. Esse dado tem relação direta com os processos erosivos, pois, quanto maior a distância percorrida pelas enxurradas sobre as vertentes, maior a sua atuação sobre as mesmas.

Através do índice de circularidade, pôde-se constatar que a bacia do rio São Francisco possui formato alongado, favorecendo o escoamento. O cálculo teve como resultado um valor de 0,17. Deste modo, a bacia representa pouca probabilidade de sofrer cheias e inundações. Segundo Christofolletti (1980), este dado apresenta significância para descrever e interpretar tanto o processo de alargamento como o



alongamento da bacia hidrográfica. Quando o valor estiver próximo de 1,0, significará que a bacia apresenta formato circular, com ocorrências de cheias. O resultado deste parâmetro reforça o resultado do Índice sinuosidade (Is), mostrando que o formato da bacia favorece o fluxo superficial, o que pode potencializar a erosão.

De acordo com o cálculo de densidade de drenagem (Dd), a partir da equação  $Dd = L/A$ , verificou-se que a bacia do Rio São Francisco possui mediana capacidade de drenagem, cujo valor é de 0,55 km/km<sup>2</sup>. De acordo com Villela e Mattos (1975) o valor da densidade de drenagem pode variar de 0,5 km/km<sup>2</sup> para bacias com drenagem pobre, e de até 3,5 km/km<sup>2</sup> para bacias excepcionalmente bem drenadas. Essa variável se relaciona diretamente com os processos climáticos atuantes (análise discutida no tópico 4.2), os quais exercem influência no fornecimento e o no transporte de material detrítico (arenito, siltito, conglomerado, entre outros indicados nos dados de geologia da bacia). Para um mesmo tipo de clima, a densidade de drenagem depende do comportamento hidrológico das rochas. Assim, nas rochas mais impermeáveis, as condições para o escoamento superficial são melhores, possibilitando a formação de canais e, conseqüentemente, aumentando a densidade de drenagem. Já nas rochas onde a infiltração é menor, existem melhores condições para o escoamento superficial, criando possibilidade para a esculturação de canais, tal como ocorre entre as rochas clásticas com granulação fina e, como consequência, com densidade de drenagem mais elevada. O contrário ocorre com rochas de granulometria grossa, em que a densidade de drenagem é baixa e a presença de rios é menor, pois os solos são mais permeáveis, predominando a infiltração sobre o escoamento superficial (Horton, 1945).

O valor encontrado na bacia (0,55 km/km<sup>2</sup>), demonstra que há um mediano escoamento superficial e uma baixa dissecação associada, possivelmente, devido à formação geológica diversificada onde apresenta, em algumas unidades, rochas com granulometria grossa e média, sendo elas: Granito, Sienito, Cascalho e Diorito.

A densidade hidrográfica (Dh), medida para a bacia hidrográfica em estudo, foi de 0,18 rios/km<sup>2</sup>. Segundo Christofolletti (1980), este parâmetro é importante, uma vez que representa o comportamento hidrográfico de determinada área, sendo um de seus aspectos fundamentais, a capacidade de gerar novos cursos de água. Conforme Peña *apud* Christofolletti (1970, p.6) “a drenagem encontra-se íntima e especialmente relacionada, como fator analítico, com outro elemento fisiográfico e geomorfológico de extraordinária importância: a erosão”. Através dos índices e padrões morfométricos, há possibilidade de se obter uma melhor compreensão do principal agente erosivo da bacia,

denominado dinâmica do escoamento das águas superficiais. Com relação à dinâmica deste escoamento, verifica-se que na bacia a densidade hidrográfica é considerada baixa (0,18), sendo que esta apresentou 271 canais considerados como de primeira ordem, com 759,64 km; 129 canais de segunda ordem, com 218,24 km; 8 canais de terceira ordem, com 125,69 km; e 3 canais de quarta ordem, com 56,70 km. Também apresentou um canal de quinta ordem com 61,01 km. Porém, a mesma apresenta menos de um canal por km<sup>2</sup>, ou seja, a bacia não apresenta capacidade de gerar novos cursos d'água, confirmando os dados de densidade de drenagem (Dd).

O Coeficiente de Manutenção, segundo Schumm (1956) está representando uma medida de textura semelhante à densidade de drenagem, e tem a finalidade de fornecer a área mínima necessária à manutenção de um metro de canal de escoamento permanente. Segundo César (1982), o valor de Cm da área da bacia determina o desenvolvimento da rede de drenagem, ampliando a densidade da drenagem e a densidade hidrográfica, fato que tenderia a diminuir o seu próprio valor ou reduzir a área relativa de cada canal. O coeficiente de manutenção relaciona-se inversamente aos valores de densidade de drenagem, podendo-se dizer que o valor numérico de Cm representa a área máxima disponível existente em uma bacia para manter em funcionamento um metro de canal, sendo que o seu valor diminui com o aumento da densidade da drenagem. Na área da bacia hidrográfica do rio São Francisco o coeficiente é de 1801,12 km<sup>2</sup>/km, o que significa que a área demonstra boa capacidade hídrica e declividade baixa. O gradiente do Canal principal é de 1,71%, indicando a ocorrência de um gradiente suave, em que a velocidade da água é menor e a erosão hídrica também, devido à baixa inclinação do terreno (FERRETTI, 1998).

Com relação à Análise Hipsométrica, foram considerados os seguintes parâmetros: amplitude altimétrica máxima da bacia (Hm), relação de relevo (Rr) e índice de rugosidade (Ir), cujos valores são representados na Tabela 14.

Tabela 14 - Parâmetro hipsométrico da bacia do Rio São Francisco

Parâmetro	Resultados
Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia	210 m
Índice de Rugosidade (Ir)	386,99 km
Relação de Relevo (Rr)	0,016

Com relação às cotas de altitude dos dados hipsométricos da bacia, verificou-se que o ponto mais alto é de 260 m, e o mais baixo 50 m, o que mostra que a amplitude

altimétrica é de 210 m, significando a ausência de uma grande amplitude em relação ao comprimento e à área total da bacia estudada (Figura 28).

O Índice de rugosidade ( $I_r$ ), segundo Christofolletti (1980), indica a declividade e o comprimento das vertentes com a densidade de drenagem, sendo que quanto maior é o valor da rugosidade mais íngreme são as vertentes. O comprimento das vertentes, contudo, pode variar de acordo com a combinação dos valores da densidade de drenagem ( $D_d$ ) e da amplitude altimétrica ( $H$ ). Ainda, de acordo com o autor, as áreas potencialmente assoladas por “cheias relâmpagos” são previstas como possuidoras de índices elevados de rugosidade, incorporando assim, uma fina textura de drenagem, com comprimento mínimo do escoamento superficial em vertentes íngremes, aliado aos altos valores dos gradientes dos canais. O índice de rugosidade encontrado para a bacia do Rio São Francisco foi de 386,99, nos levando a concluir que a bacia pode ter um escoamento superficial menos intenso.

O parâmetro de relação de relevo ( $R_r$ ) estabelece a relação entre a diferença de altitudes máxima e mínima na bacia e o comprimento total do canal principal (SCHUMM, 1956, PIEDADE, 1980). O valor aqui encontrado foi de 0,016, sugerindo que essa bacia possui um relevo suave (Figura 28).

#### 4.1.2. Perfis Transversais da Bacia

Os perfis transversais da bacia foram traçados para maior compreensão das formas de relevo da área. A partir da análise dos perfis da bacia do rio São Francisco, pôde-se atribuir índices de dissecação do relevo utilizando como parâmetro as classes delimitadas por Ross (1994), baseadas na relação de densidade de drenagem/dimensão interfluvial média para a dissecação no plano horizontal e, nos graus de entalhamento dos canais de drenagem, para a dissecação no plano vertical (Tabela 11). Assim, foi possível verificar a assimetria das vertentes de um interflúvio.

Nos perfis de 01 a 05, foram verificadas as maiores cotas altimétricas, fato esse, que favorece a remoção de sedimentos dessa parte da bacia a jusante. Segundo Carvalho (1994), nas partes altas de uma bacia hidrográfica ocorre uma maior erosão e também um maior transporte de sedimentos. A erosão vai diminuindo da parte alta para a parte média da bacia, na medida em que as declividades decrescem. Na parte baixa, ocorre a formação de colúvios, em que a maior parte dos sedimentos erodidos se distribuem pelos terrenos, predominando, nessas áreas, a gradação de materiais. A parte média da Bacia, está representada pelos perfis 07 a 09 e, percebe-se que, no perfil 07 há uma

baixa declividade com relação a montante da bacia, onde predominam altitudes altas. Contudo, no perfis 08 a 09, a altitude começa a apresentar elevação de 200 metros, reduzindo posteriormente para 100 metros no perfil 10, parte jusante em que ocorre maior deposição de sedimentos provenientes do montante da bacia.

No perfil 01, a primeira vertente apresenta formas do topo convexas – retilínea, onde há alguns blocos aflorantes (matacões). A segunda e terceira vertentes apresentam-se retilíneas, aplainadas na parte superior e com maior comprimento de rampa, porém com menor grau de inclinação. Este perfil mostra que as vertentes são bem assimétricas, e nele existem 5 (cinco) dimensões interfluviais grandes, classificadas como baixa (2), com exceção do último interflúvio, que apresentou dimensão média (3). O entalhamento do vale variou de 198 a 182 metros, sendo considerado muito forte (5) (Tabela 11).

No perfil 02 (Tabela 15), a primeira, segunda e terceira vertentes apresentam-se com formato convexo-retilíneo, além de possuírem uma menor declividade e um menor comprimento de rampa. Já a quarta e quinta vertente, possui forma aplainada na parte superior e retilínea na parte média para a parte inferior. As dimensões interfluviais deste perfil variaram de grande à médias e, seu entalhamento, muito forte.

No perfil 03, as vertentes apresentaram-se convexas-retilíneas, com maior declividade e maior comprimento de rampa. A dimensão interfluvial foi classificada como média, com exceção da primeira vertente, a qual apresentou interflúvio grande. O entalhamento do vale variou de forte a muito forte.

No perfil 04, a primeira e segunda vertentes apresentaram-se aplainadas na parte superior e retilínea na parte média, onde o lado direito apresenta maior inclinação. A terceira vertente apresentou-se aplainada no topo, retilínea na parte média com lado esquerdo e com maior comprimento de rampa. A quarta vertente é aplainada no topo e retilínea na parte média, com menor comprimento de rampa. As demais vertentes são convexas-retilíneas. Neste perfil, as dimensões interfluviais foram classificadas como médias, com exceção de duas vertentes, que foram classificadas como grandes (Tabela 15). O entalhamento do vale também variou de forte a muito forte.

No perfil 05, as vertentes são convexas-retilíneas e sua dimensão interfluvial variou de média a grande enquanto que o entalhamento do vale, forte. No perfil 06, a primeira, segunda e terceira vertentes são convexas-retilíneas. A quarta vertente é aplainada na parte superior e retilínea na parte média para a parte inferior. Neste perfil, existe um trecho do rio do Contra a qual apresenta o rio muito côncavo, significando a ocorrência da diminuição da velocidade do fluxo, mostrando equilíbrio nos processos de

erosão como: transporte e deposição. Nele, há uma grande crosta Laterítica e uma linha de falha, que pode contribuir para uma anomalia deste rio (NQdi-cartograma geológico do Rio São Francisco). A dimensão interfluvial é classificada como média, com exceção da primeira vertente, a qual apresentou dimensão grande. Já o entalhamento do vale é considerado forte (Tabela 15).

O perfil 07 apresentou vertentes aplainadas na parte superior e retilínea na parte média. Neste perfil percebe-se uma área de deposição da bacia. Através dos dados geomorfológicos, nota-se que a área é de superfície de aplainamento, com esporádicos *inselbergs* e, por sua formação geológica, possui coberturas sedimentares indiferenciadas. A dimensão interfluvial deste perfil é média e o entalhamento forte.

O perfil 08 apresenta vertentes convexas-retilíneas, com dimensões interfluviais grandes e entalhamento forte, associado à formação de um conglomerado sedimentar. Também está em unidades geomorfológicas, onde apresenta uma superfície tabular e uma superfície de aplainamento, contendo baixa dissecação. Neste mesmo perfil, encontra-se a evidência de voçoroca, demonstrada na Figura 27, a qual foi discutida.

O perfil 09 apresenta relevo bem ondulado, com cotas máxima de 200 m. A primeira vertente apresenta forma de topo aplainada na parte superior, e retilínea na parte média do lado esquerdo, enquanto que, ao lado direito, a vertente apresenta-se com maior declividade e maior comprimento de rampa. Na segunda vertente, a forma de topo é convexa-retilínea. O relevo é residual, onde apresenta morro testemunho de rochas areníticas (Quadro 01, pontos 8 e 9). Este perfil apresenta uma faixa composta por coberturas sedimentares indiferenciadas e superfícies de aplainamento. A dimensão interfluvial variou de média a grande com entalhamento do vale forte. Conforme as unidades taxonômicas do relevo de Ross (1992), que apresenta forma de topo plano e na parte média, retilíneo, propensas a ocasionar ravinas, as quais foram muito evidenciadas na área de estudo.

No perfil 10, a primeira, segunda e terceira vertentes apresentam forma de topo aplainada e na parte média, retilínea, em outros trechos convexas-retilíneas. Este perfil está situado em unidades de superfície de aplainamento, junto à unidade de coberturas sedimentares indiferenciadas e conglomerados sedimentares. Com algumas observações em campo, neste trecho, existem sinais de cicatrizes de erosão como: depósito erosivo em leito de rio, entulhamento de rio intermitente, erosão em encostas, assoreamentos de rios e soleiras, provocando formação de lagos (Quadro 01, pontos 1 ao 7). A dimensão interfluvial deste perfil, é classificada como média e seu entalhamento forte (Tabela 15).

Pode-se verificar que o relevo destes perfis é bastante entalhado e sua unidade denudacional é composta basicamente por colinas de topos convexos, o que sugere um nível de fragilidade potencial de médio a alto, estando sujeito a forte atividade erosiva, apesar de suas dimensões interfluviais variarem de média a baixas.

Conforme dados de Relevo como: Declividade, Amplitude Altimétrica e Dissecação, foram estabelecidos os valores de estabilidade/fragilidade da Bacia. As atribuições seguiram o seguinte modelo: Declividade + Amplitude Altimétrica + Dissecação, dividido por 3 conforme modelo de Crepani *et al* 2001).

Com base nesta equação, foram atribuídos valores para as unidades geomorfológicas, de modo que nos ambientes com baixas amplitudes e baixas declividades, notou-se a tendência a processos pedogenéticos, com maior grau de estabilidade, diferente de ambientes que apresentam altas amplitudes e declividades, que tendem a sofrer processos morfogenéticos, acelerando processos erosivos e, conseqüentemente, aumentando o grau de fragilidade de determinado ambiente à erosão, como pode-se observar na Tabela 15 (CREPANI, 2001).

Os pesos atribuídos para relevo indicaram seu enquadramento nas classes morfodinâmicas medianamente instáveis. A média está representada em 1,6; 1,9; 2,2; e 2,3, com destaque para as áreas dos depósitos sedimentares de formas de topos tabulares, ou convexos, esculpidos em rochas cristalinas ou sedimentares. Essas formas geomorfológicas representam boa parte da área da bacia do rio São Francisco, com destaque para o setor sul e centro norte da bacia, onde o relevo apresenta-se com feições mais onduladas. Cartograficamente estas médias estão representada na Figura 28 (perfis transversais).

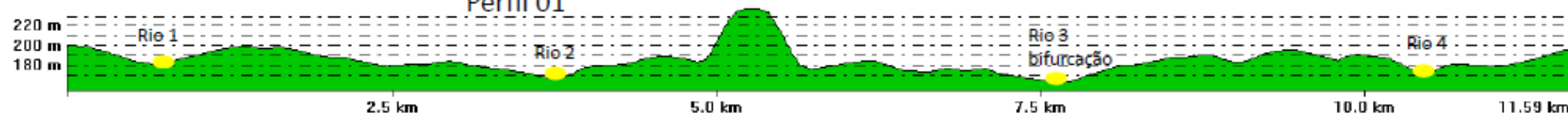
Perfis transversais da Bacia do Rio São Francisco																			
Perfil01 Cotas Máxima 240/mínima 180		Perfil 02 Cotas Máxima 220/mínima 160		Perfil 03 Cotas Máxima 180/mínima 140		Perfil 04 Cotas Máxima 200/mínima 120		Perfil 05 Cotas Máxima 200/mínima 160		Perfil 06 Cotas Máxima 160/mínima 130		Perfil 07 Cotas Máxima 140/mínima 110		Perfil 08 Cotas Máxima 140/mínima 100		Perfil 09 Cotas Máxima 200/mínima 150		Perfil 10 Cotas Máxima 140/mínima 100	
Dimensã o Interfluv ial (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimensã o Interfluvi al (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimens ão Interflu vial (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimensã o Interfluv ial (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimensã o Interfluvi al (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimensã o Interfluvi al (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimensão Interfluvia l (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimensã o Interfluvi al (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimens ão Interflu vial (m)	Graus de entalha mento do vale (m)	Dimens ão Interflu vial (m)	Graus de entalha mento do vale (m)
929.9m 864.8m 688.2m 948.5m 362.7m	198.03m 191.41m 183.69m 184.74m 182.58m	724.7m 763.5m 990.9m 519.8m 422.4m	178.46m 180.90m 169.21m 183.82m 169.21m	779.5m 324.8m 259.8m 454.7m 603.3m 649.6m 498m 516.4m 559.5m	169.19m 151.39m 171.16m 159.30m 151.39m 148.42m 147.44m 142.m 142.56m	974m 442.7m 309.9m 619.8m 398.4m 464.8m 708.3m 287.8m 531.2m 125.60m 511.6m 845.3m	153.97m 162.04m 152.36m 174.96m 147.52m 144.29m 168.50m 126.53m 126.53m 119m 119m 125.60m	283.4m 302.2m 850.1m 661.2m 302.2m 944.5m 642.3m	159.77m 168.78m 169.91m 162.02m 159.77m 172.16m 158.65m	804.2m 258.5m 315.9m 330.3m 330.3m	143.85m 149.25m 128.33m 130.35m 130.35m	698.9m 564.5m 510.7m 430.1m 698.9m 295.7m 268.8m 698.9m 483.8m 618.2m 779.5m 322.6m 564.5m	119.46m 125.50m 123.69m 119.46m 114.02m 116.44m 117.64m 125.50m 124.90m 116.44m 126.71m 127.31m 125.50m	797.6m 327.2m 961.3m 562.4m 951m	129.00m 127.93m 135.43m 117.21m 100m	674.6m 763.2m	125.50m 100.71m	428.2m 237.9m 904m 547.2m 499m 632m 421m 608.6m	100.92m 101.79m 99.19m 98.32m 100m 91.00m 85.88m 104.01m
Grande (2)	Muito Forte (5)	Média (3) a Grande (2)	Muito Forte (5)	Média (3) a Grande (2)	Forte (4) a muito forte (5)	Média (3) a Grande (2)	Forte (4)	Média (3) a Grande (2)	Forte (4)	Média (3)	Forte (4)	Média (3)	Forte (4)	Grande (2)	Forte (4)	Média (3) a Grande (2)	Forte (4)	Média (3)	Forte (4)
Fragilidade/vulnerabilidade do Relevo, conforme Crepani <i>et al.</i> (2001)																			
Perfil 01	Perfil 02	Perfil 03	Perfil 04	Perfil 05	Perfil 06	Perfil 07	Perfil 08	Perfil 09	Perfil 10										
Fragilidade/estabilid ade da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilida de da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilid ade da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilida de da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilida de da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilida de da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilidad e da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilida de da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilid ade da Amplitude Altimétrica	Fragilidade/estabilid ade da Amplitude Altimétrica										
240—180=60m V. 1,5	220-160 =60m V. 1,5	180-140 =40m V. 1,3	200-120=80m v.1,7	200-160=40m V. 1,3	160-130=30m V. 1,1	140-110=30m V.1,1	140-100=40m V.1,3	200-150=50m V. 1,4	140-100=40m V. 1,3										
Fragilidade/Intensida de da Dissecação	Fragilidade/Intensida de da Dissecação	Fragilidade/Intensid ade da Dissecação	Fragilidade/Intensida de da Dissecação	Fragilidade/Intensida de da Dissecação	Fragilidade/Intensida de da Dissecação	Fragilidade/Intensidad e da Dissecação	Fragilidade/Intensidad e da Dissecação	Fragilidade/Intensid ade da Dissecação	Fragilidade/Intensid ade da Dissecação										
V. 2,7; 2,8; 2,9	V. 2,7; 2,8	V. 2,7; 2,8	v. 2,8	V. 2,7; 2,8	V. 2,7; 2,9	V.2,8	v. 2,7	V. 2,7	V. 2,7										
Fragilidade/estabilid ade da Declividade	Fragilidade/estabilida de da Declividade	Fragilidade/estabilid ade da Declividade	Fragilidade/estabilida de da Declividade	Fragilidade/estabilida de da Declividade	Fragilidade/estabilida de da Declividade	Fragilidade/estabilidad e da Declividade	Fragilidade/estabilida de da Declividade	Fragilidade/estabilid ade da Declividade	Fragilidade/estabilid ade da Declividade										
8-20% / 20-45%/ V.2,0; 2,5	8-20% / 20-45%/ V. 2,0; 2,5	8-20% V. 2,0	8-20% / 20-45%/ V. 2,0; 2,5	8-20% / 20-45%/ V. 2,0; 2,5	8-20% / 20-45%/ V. 2,0; 2,5	3-8%/8-20% V. 1,5; 2,0	3-8%/8-20% V. 1,5; 2,0	8-20% / 20-45%/ V. 2,0; 2,5	0-3% 3-8% V. 1,0										
TOTAL: 2,3	TOTAL: 2,2	TOTAL: 2,0	TOTAL: 2,3	TOTAL: 2,2	TOTAL: 2,0	TOTAL: 1,9	TOTAL: 2,0	TOTAL: 2,2	TOTAL: 1,6										

Tabela 15 - Índices de Dissecação do Relevo dos perfis transversais da Bacia do Rio São Francisco.  
Elaborado por Carvalho Pinto, 2016.

From Pos: -64.6349795335, -9.9730663641

Perfil 01

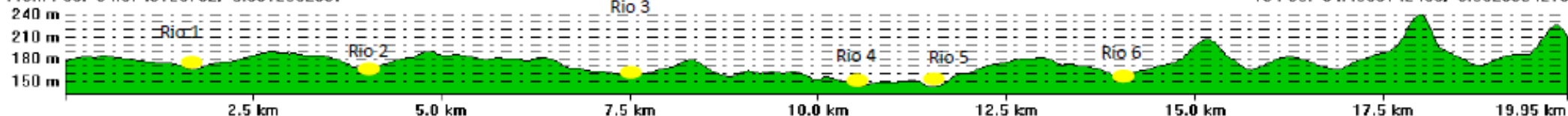
To Pos: -64.5335518362, -9.9436496697



From Pos: -64.6745123762, -9.9012882987

Perfil 02

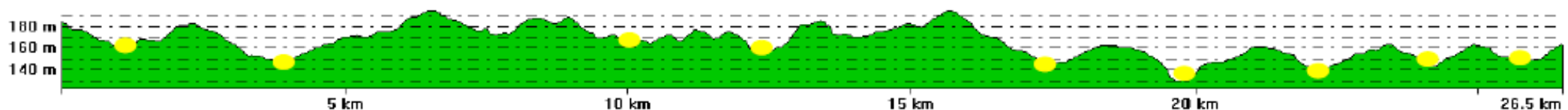
To Pos: -64.4968142450, -9.8629534210



From Pos: -64.7033633649, -9.8626539298

Perfil 03

To Pos: -64.4772474845, -9.7784968935



From Pos: -64.7235291079, -9.8095441512

Perfil 04

To Pos: -64.4860325606, -9.7340723607



From Pos: -64.6597374754, -9.8312572656

Perfil 05

To Pos: -64.5447328422, -9.6583010789





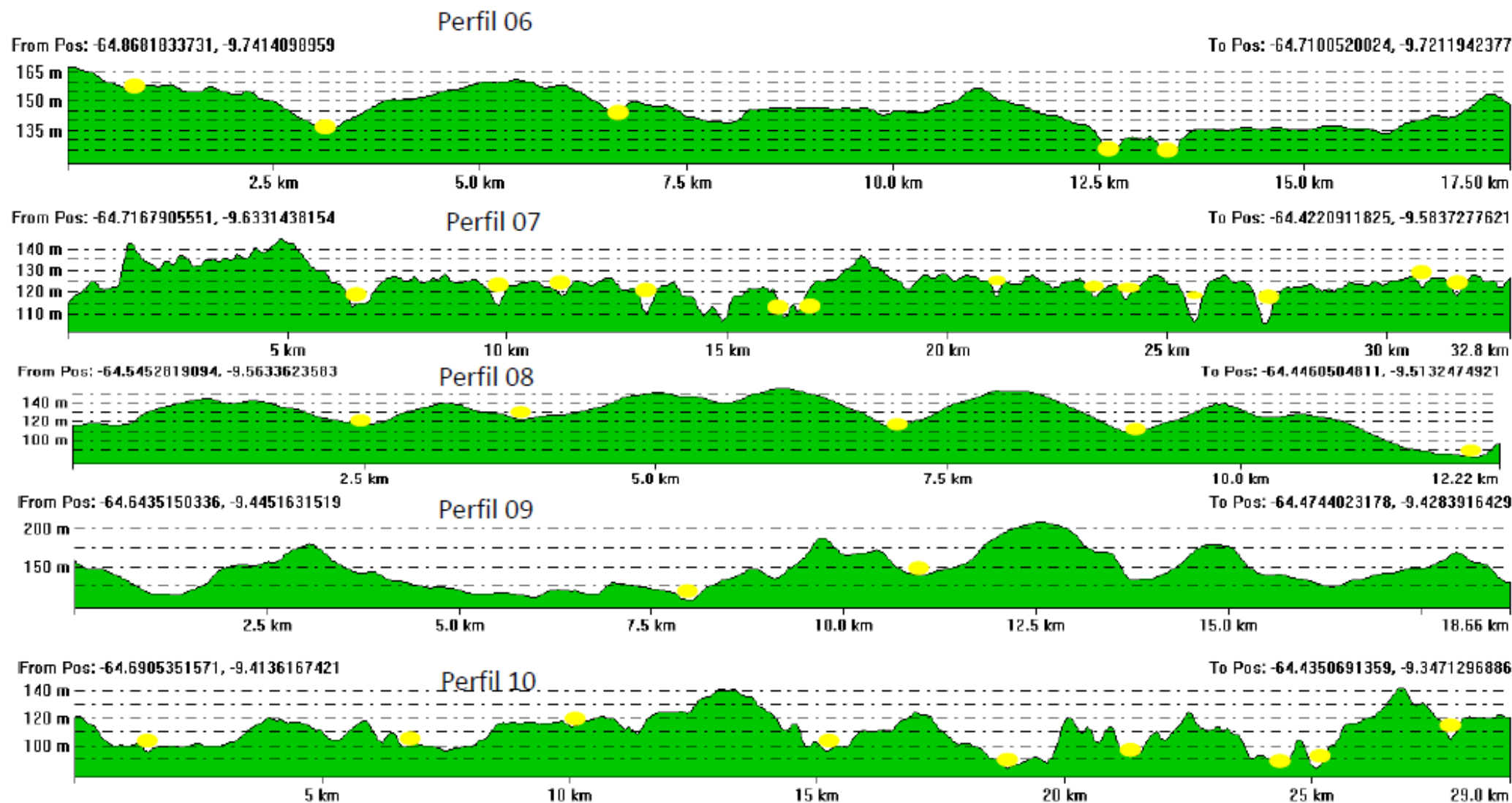


Figura 28: Perfis transversais da Bacia Rio São Francisco.  
 Fonte: MDE SRTM, refinado de 90 m.

A bacia do Rio São Francisco tem a grande maioria de sua área ocupada por atividades pecuárias e agrícolas (NUNES, 2014). Estas atividades, podem ser consideradas como intervenções antrópicas e devem ser abordadas como ações que, sobre o ambiente, modificam ou mesmo recriam as formas de relevo (OKA-FIORI, 2002). Essas modificações correspondem ao sexto táxon da classificação proposta por Ross (1992) e englobam as formas menores produzidas pelos processos morfogenéticos atuais, que são induzidos pela ação humana, tais como as voçorocas, ravinas, terracetes de pisoteio do gado, cortes para estradas, aterros, entre outros.

Mesmo em áreas de baixa declividade, sob a pecuária e cultivos agrícolas, foi verificada a presença de processos erosivos lineares com desenvolvimento de ravinas. Este processo é causado pelo fluxo concentrado das águas pluviais e, por este motivo, é um processo agressivo, que deixa traços acentuados de sua ação (Figura 29).

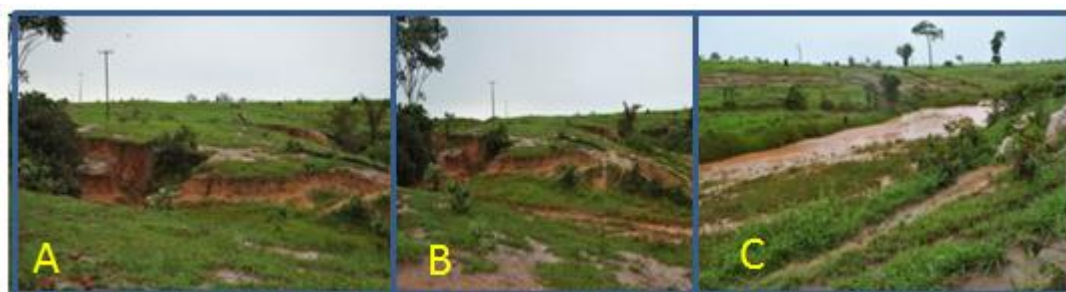


Figura. 29 – Processo de erosão no rio de primeira ordem.

Foto: Carvalho Pinto, ( 2013). Coordenadas: E: 0333687 e N: 8966184

Em área de pastagem é observado o processo de erosão laminar, que resulta da remoção, relativamente uniforme, dos horizontes superficiais do solo, e provoca graves problemas quando não é contido. Conforme Bigarella e Mazuchowski (1985), o escoamento superficial desempenha um papel decisivo no mecanismo erosivo, e a intensidade do fenômeno depende da velocidade, ou seja, onde as vertentes são mais íngremes pode-se acentuar a velocidade do escoamento. Porém, Cunha (1995) destaca que as encostas com baixa declividade e comprimento de rampa também pode ser vulneráveis aos processos de erosão quando submetida à uma grande vazão de escoamento de águas superficiais. Esse fator pode ocorrer dependendo das características de uso da área, neste caso, pastagem (Figura 30).



Figura. 30 – Assoreamento no rio de primeira ordem.  
Foto: Carvalho Pinto, (2013). Coordenadas: E: 0333437 e N: 8959747

Admite-se que as características morfológicas associadas às intervenções antrópicas vêm alterando a dinâmica natural da área de estudo, contribuindo para a intensificação do escoamento concentrado e difuso, dos processos erosivos e de assoreamento dos leitos fluviais.

#### 4.1.3. Análise Pluviométrica

A ação mecânica exercida pelas chuvas sobre o solo é um fator importante a ser analisado pelo seu caráter de agente erosivo. As partículas dos solos se desagregam quando gotas de chuva caem em sua superfície, removendo-as. Este processo fica mais intenso quando há falta da cobertura vegetal ou quando a mesma é de pequeno porte. O que ocorre é que, quanto maior for a intensidade da chuva e maior o grau de declividade, maior será a suscetibilidade dos solos à erosão (TRICART, 1977; TOMAZONI, 2002). Assim, verificou-se que o relevo da bacia do Rio São Francisco é um relevo suave a forte ondulado, não chegando a apresentar vertentes muito íngremes, mas contribuindo no processo de potencialização da erosão em determinadas áreas da bacia, principalmente em solos que apresentam texturas francas ou arenosas. A atuação da pluviometria, nessas mesmas áreas, também contribuiu no processo de erosão.

Com relação aos dados pluviométricos, normalmente, a área de estudo apresenta chuvas intensas nos meses de novembro a abril, com índices acima de 222 mm/mês. Nos meses de maio a outubro verifica-se a ocorrência de chuvas menos intensas, devido a um processo de transição entre as estações (secas e chuvosas). Porém, conforme o histórico de precipitação das estações (Juruné, Pederiras, Mineração Jacundá, Fazenda Rio Branco, Ariquemes, Ponte Massangana e Escola Caramuru) em torno da área de

estudo, nota-se a ocorrência de algumas oscilações entre os anos de 1984 a 2004, conforme a Figura 31 apresenta.



Figura 31: Médias da precipitação entre 1984-2004 no Alto Rio Madeira  
Fonte: Watanabe, 2015.

Estas oscilações são devido à ocorrência do fenômeno *El Niño*, que provocou, na região do alto e baixo Rio Madeira, algumas diferenças na quantidade de chuva anual (WATANABE, 2015). Observando a Figura 32, nos anos de 1984, 1986, 1993 e 2001, a intensidade pluviométrica pode ser considerada forte, passando dos 2000 mm/ano. Já nos anos de 1985, 1987, 1988 e 1992, foi considerada de moderada intensidade. Ao passo que nos anos de 1996, 1998, 2000, 2002 a 2004 não chegaram a 2000 mm/ano, fato este, devido à forte estiagem provocada pelo fenômeno supracitado. Conforme Andrade (2008), os anos de 1982 e 1983 e 1997 – 1998 foram marcados pelas fortes secas e incêndios na região amazônica, através do fenômeno. Em destaque, está o Estado de Roraima, que apresentou uma das piores estiagens dos últimos 15 anos, em março a abril de 1998. Em Rondônia, mas especificamente no município de Porto Velho, durante os anos de 1983, 1988, 1991 e o triênio 1996-1998, observou-se volumes de precipitação pluvial abaixo da média no trimestre de junho, julho e agosto, conforme Franca (2012) destaca e a Figura 32 apresenta.

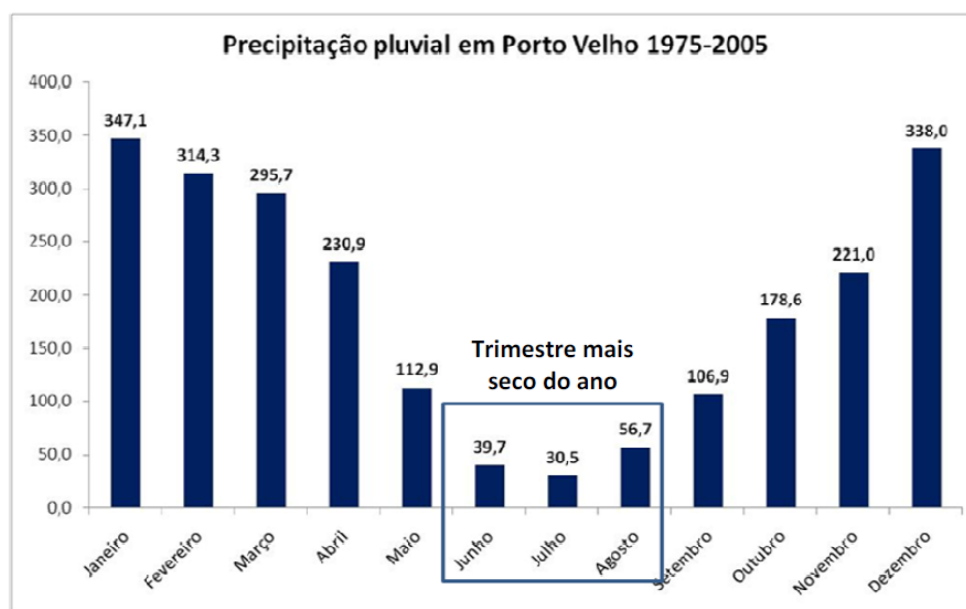


Figura 32: Climatologia mensal da precipitação pluvial em Porto Velho (1975-2005)  
Fonte: Franca, (2012).

Entretanto, o pior registro de estiagem em Porto Velho foi marcado nos anos de 2005 e 2010. O Rio Madeira, que possui marca de profundidade acima de 13 m, chegou a marca de 1,65 m no ano de 2005, sendo este, o maior recorde histórico já registrado. Em 30 de setembro de 2010, esta marca chegou a 2,55 m. Neste último caso, o registro foi prolongado, excedendo os três meses de estiagem (FRANCA, 2012). As condições destas estiagens trouxeram para a região de Porto Velho alguns comprometimentos na viabilidade econômica. Um dos exemplos, ocorreu com a empresa Cargill, que realiza o transporte de sete mil toneladas de grãos (milho e soja) por dia, através de balsas ou barcaças no rio Madeira, cujo destino é o porto de Itacoatiara (AM), em que segue para exportação na Ásia e Europa (NUNES, 2004). Nesses anos, o período de estiagem dificultou muito o transporte, tornando-se inviável. O transporte de pessoas entre os Estados de Rondônia, Acre e Amazonas, evidentemente, também foi afetado. Isolados, os Estados do Acre e parte do Amazonas, dependem da trafegabilidade do Rio Madeira para recebimento de alimentos, medicamentos e combustíveis.

Nestes anos, a falta da chuva e a baixa umidade relativa do ar, que variaram de 6% a 8%, no mês de agosto a outubro, favoreceram a concentração de poluentes e fumaça, ambos provenientes de queimadas. No Estado de Rondônia, houve um aumento considerável do número de queimadas no ano de 2010, equivalente a 2.175%, quando comparado ao ano de 2009, no mesmo período de estiagem (TEJAS, 2012; VIALLI, 2010). Conforme Franca (2012), a fumaça ocasionou acidentes rodoviários pela baixa

visibilidade, a qualidade do ar decaiu grandemente, com 1,5 mil ppb (partes por bilhão) de monóxido de carbono (sendo que o normal é de 100 ppb). O número de atendimentos hospitalares aumentou de 20% a 30% só no mês de agosto, em função da fumaça. A temperatura máxima chegou a 37°C e a umidade relativa do ar ficou abaixo dos 30% nos períodos de 17/08 a 27/08 de 2010 (Figura 33).

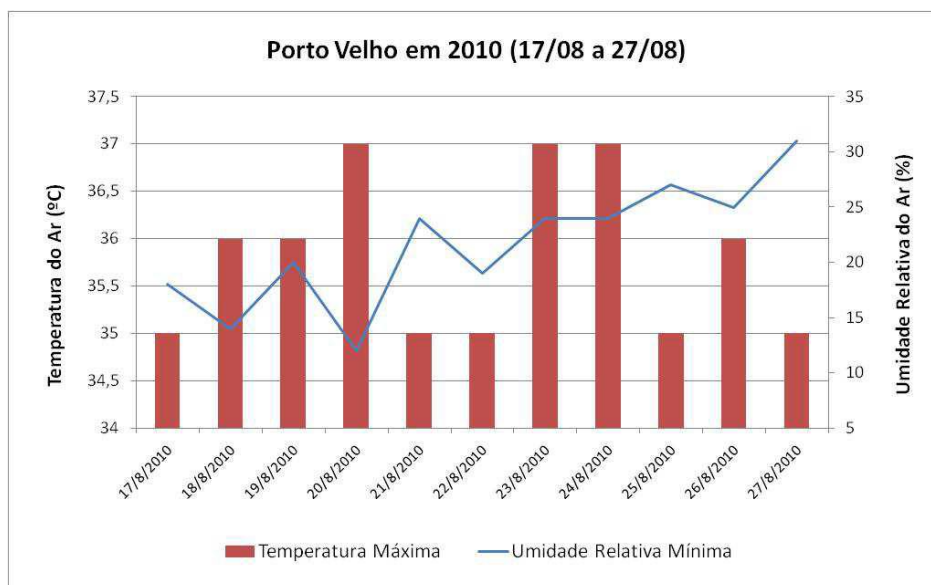


Figura 33: Temperatura máxima e umidade relativa do ar mínima em Porto Velho, no ano de 2010  
Fonte: Franca (2012).

O pior registro foi verificado no dia 20/08, quando a umidade relativa do ar chegou a 12%, que, de acordo com os padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS), é considerado valor de estado de emergência e, conforme os dados de Tejas (2012), a variação relativa do ar para os meses de agosto a outubro foi menor que 12%.

Já no ano de 2014, a situação pluviométrica foi contrária, houve a maior cheia já registrada. A descarga máxima da cheia neste ano foi de 56850 m<sup>3</sup>/s em apenas 31 dias. As maiores cheias anteriores a esta, ocorreram nos anos de 1984, apresentando descargas de 45190 m<sup>3</sup>/s em 31 dias e, no ano de 1997, com descargas de 45890 m<sup>3</sup>/s em 11 dias, chegando à mesma descarga de 31 dias do ano de 1984 (VAUCHEL, 2014). Conforme a Figura 34, a máxima em 2014 ocorreu em 01/04, enquanto que em 1984 e 1997, a máxima variou entre 01/04 a 01/05, e declinou em 01/06.

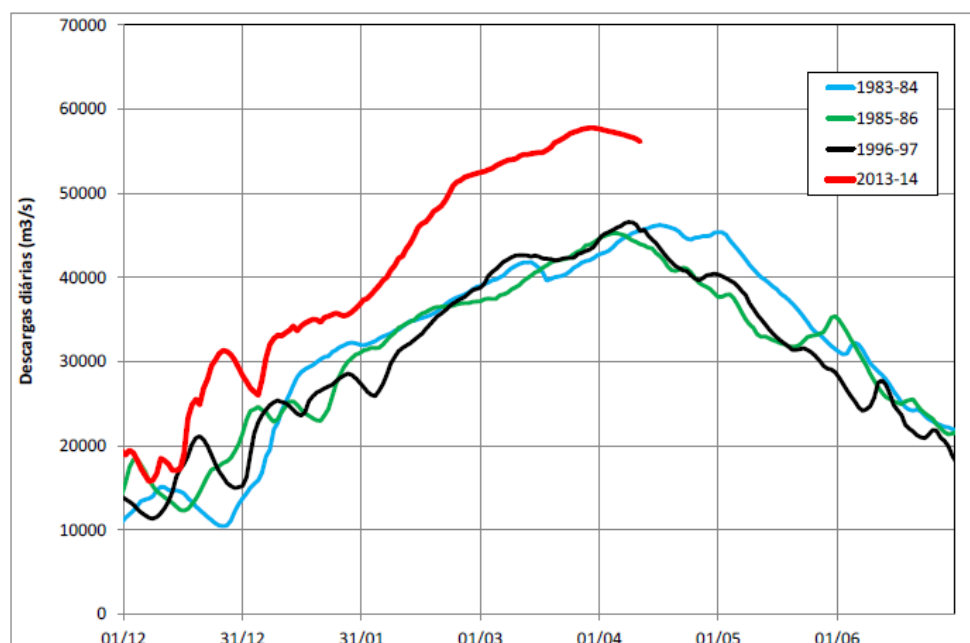


Figura 34: Cheias excepcionais do rio Madeira em Porto Velho sobre o período 1966-2014  
Fonte: Vauchel, (2014).

A anomalia que ocorreu no ano de 2014, foi justificado de acordo com a forte intensidade pluviométrica que ocorreu em toda a extensão da bacia do Rio Madeira, abrangendo três países, sendo que este Rio representa 23% do total da bacia Amazônica e estende-se até o Peru, representando 7% em seu território, além de representar na Bolívia 51% e no Brasil 42% de seus territórios. Esta bacia possui superfície aproximada de 1.420.000 km<sup>2</sup> e área de drenagem de 1.324.727 km<sup>2</sup>, situando-se na zona intertropical, que recebe normalmente precipitações médias anuais de 2460 mm, com descarga líquida média estimada em 209.000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (ANDRADE, 2008). Porém, devido às suas dimensões geográficas, a bacia Amazônica é afetada por variações climáticas em escala global, o que explica a forte intensidade pluviométrica ou anomalia ocorrida neste ano. A intensidade pluviométrica de maior pico ocorreu a montante de Porto Velho, especificamente na Bolívia, onde a precipitação acumulada no mês de janeiro, variou de 5.268 mm a 6.585 mm, considerada de período muito chuvoso e anômala. Em Porto Velho, a precipitação acumulada variou de 1.317 mm a 2.634 mm, considerada normal quando comparada às precipitações ocorrentes na Bolívia (CORREA, *et al.* 2015). Porém, na estação fluviométrica de Abunã, localizada no município de Porto Velho, verificou-se uma pequena faixa de precipitação, bastante chuvosa, variando de 3.500 mm a 5.268 mm no mês de janeiro (Figura 35).



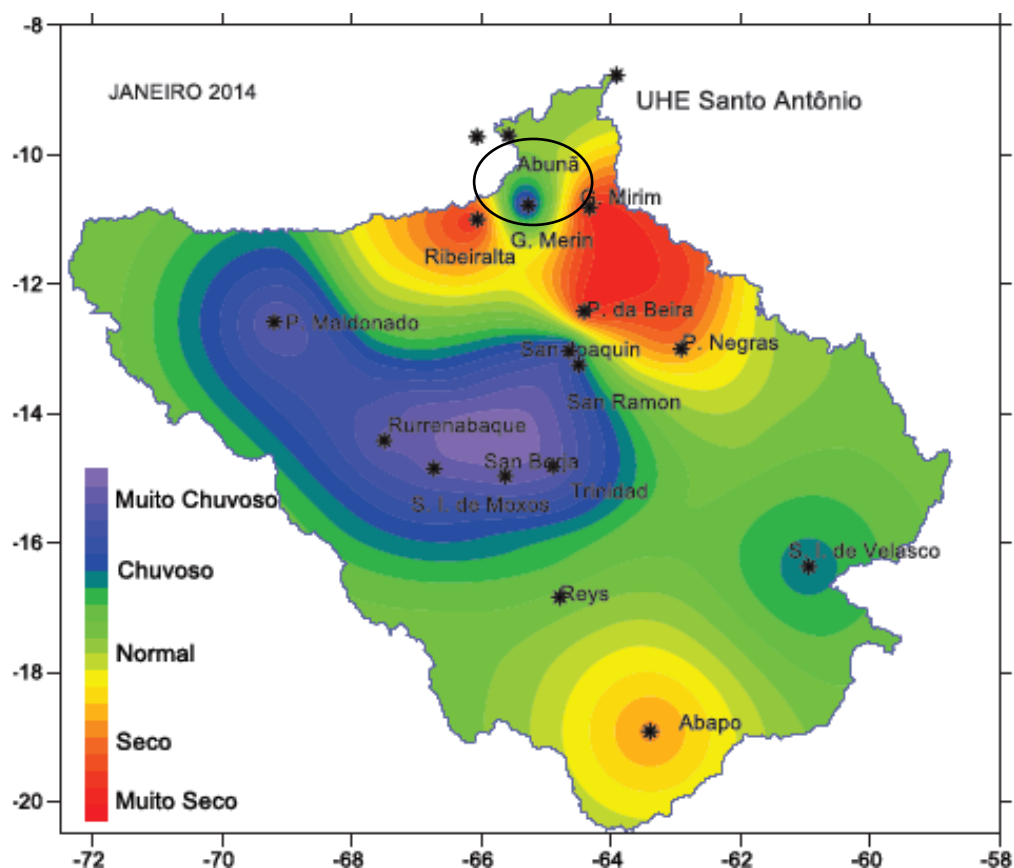


Figura 35 – Anomalias de precipitação registradas em janeiro/2014  
Fonte: Correa *et al.*, (2015).

Importante destacar que a estação fluviométrica, concentra-se apenas a 58,17 km de distância da Bacia do Rio São Francisco, ou seja, a bacia encontra-se nesta pequena faixa, onde as chuvas foram intensas (Figura 36).

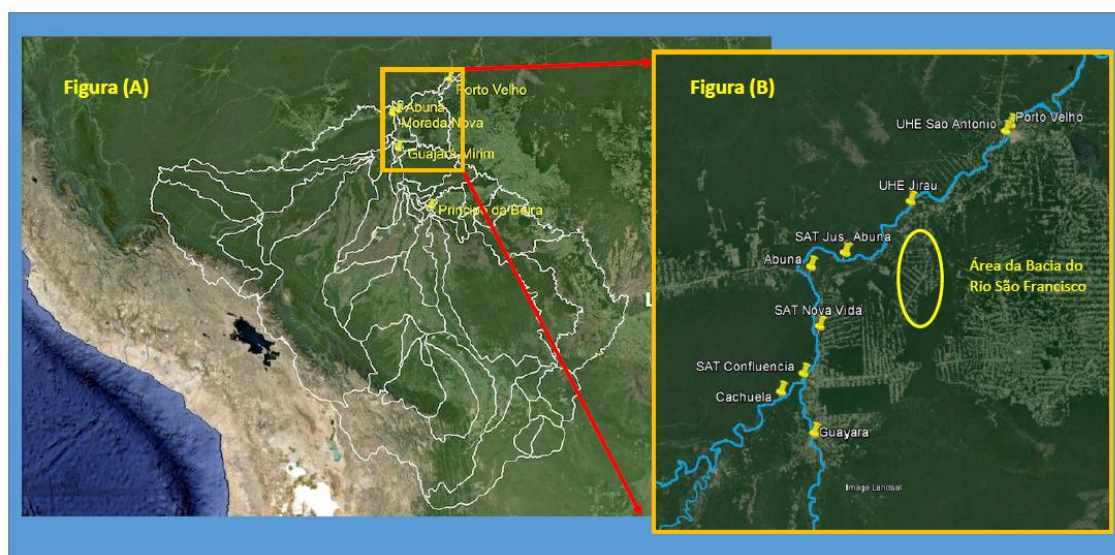


Figura 36: (A) – Abrangência da bacia do Rio Madeira (B) - localização da Área da Bacia do Rio São Francisco com as estações hidrométricas e virtuais do Rio Madeira  
Fonte: Adaptado de Vauchel (2014) e Correa *et al.* (2015).



O tempo de concentração ou impacto das chuvas na estação de Abunã variou de 7 a 10 dias, tendo os picos registrados no período de outubro de 2013 a setembro de 2014. As águas recebidas nesta estação são das bacias Guaporé, Mamoré e Beni (nascente andina boliviana). A velocidade das águas das bacias Guaporé e Mamoré provocam uma rápida ascensão do nível do Rio Madeira. Mas, é a bacia do rio Beni que tem forte influência na modulação dos picos de nível deste rio e, segundo Correa *et al.* (2015), houve uma boa correspondência entre as chuvas que ocorreram na bacia a montante da estação de Abunã e os picos de nível registrados no período de out/2013 a set/2014, conforme a Figura 37.

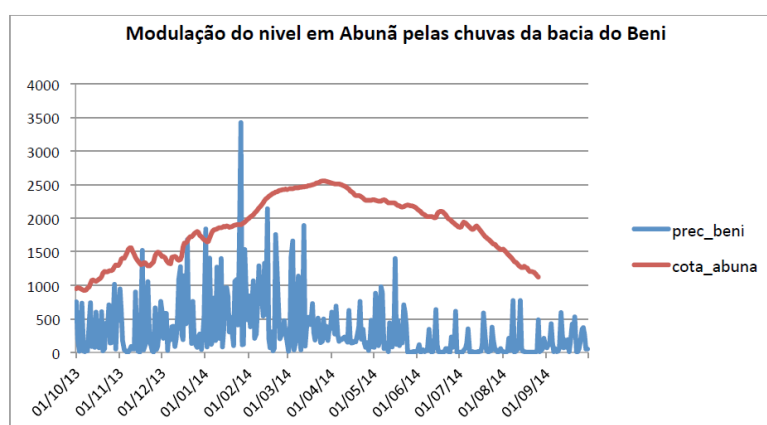


Figura 37 Registro de chuvas diárias, e correspondência de cotas registradas na estação de Abunã  
Fonte: Correa *et al.*, ( 2015).

Os dados da estação pluviométrica de Mutum Paraná, a qual possui registros de janeiro de 2013 a junho de 2015, demonstraram a mesma ocorrência de oscilação nos meses de outubro de 2013 a abril de 2014, justamente nos meses em que a Figuras 36 e 37 destaca. Segundo Watanabe (2015), neste período “houve uma distribuição irregular negativa nos meses de novembro e dezembro de 2013, e uma ascensão anômala no mês de janeiro de 2014, com valor de chuva acumulada duas vezes superior para os meses de janeiro de 2013 e 2015”. O mês de janeiro de 2014, apresentou mais de 400 mm de precipitação acumulada, sendo que no mês de janeiro de 2013 e 2015 não passaram dos 250 mm, aproximadamente. Os períodos de estiagem, as quais correspondem ao intervalo de julho a agosto, ocorreram no ano de 2014, especificamente no mês de julho, com menos de 100 mm (quase nulo), já em agosto, esse valor subiu para 100 mm e chegou a 300 mm no mês de dezembro. No ano de 2013, no mesmo período de estiagem, os valores não chegaram a 100 mm. O mesmo autor destaca que a área do

Alto Madeira, especificamente sua área de estudo (bacia Mutum Paraná) tende a apresentar padrões de erosividade fortes nos períodos de maior índice pluviométrico. Também apresentam valores fortes ou moderados em períodos de estiagem, a exemplo de  $15.000,00 \text{ MJ mm/ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (WATANABE, 2011).

As estações selecionadas para este estudo, e que continham dados consistentes apenas de 1984 a 2004, foram importantes para verificar a ocorrência dos fenômenos que, de certa forma, provocam anomalias na intensidade pluviométrica local e regional. Sendo assim, para compreensão do que ocorre atualmente é necessário verificar o que ocorreu no passado e, através dos dados, verificou-se a existência de intervalos de 12 anos para ocorrer as maiores cheias entre 1984 a 1997 e 16 anos entre 1997 a 2014. Em 1983, ocorreu uma forte estiagem, já no ano posterior (1984) ocorreu forte cheia. Nos anos de fortes estiagens, os intervalos foram: 4 anos entre 1983 a 1988 e 16 anos entre 1988 a 2005.

Com relação à pior cheia registrada no Rio Madeira, o trecho da BR -364, a qual dá acesso ao exutório da Bacia do Rio São Francisco e onde localiza-se a Hidrelétrica de Jirau, ficou inacessível no período de quatro meses. No processo em que o Rio Madeira ainda estava enchendo, alguns condutores de veículos insistiam em desafiá-la (Figura 38).

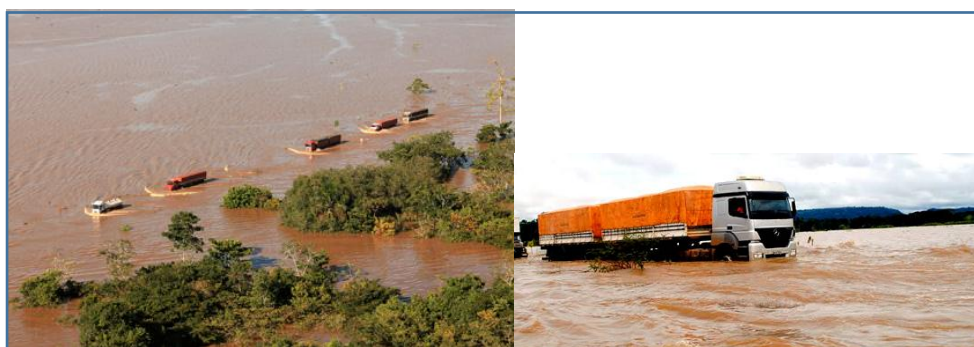


Figura 38: Br -364 no sentido do Distrito de Jaci –Paraná, coberta d'água.

Fonte: [www.noticiasdafronteira.com.br](http://www.noticiasdafronteira.com.br). Acessado em 26 de fevereiro de 2014.

Segundo Vauchel (2014), a mídia boliviana acusou as represas brasileiras do rio Madeira de serem responsáveis pelo aumento das inundações na Bolívia. O mesmo autor, ainda fez um estudo para esclarecer se as represas eram responsáveis ou não pelo aumento dos níveis na Bolívia. Em sua conclusão, destaca que durante a cheia de 2014, detectou-se um efeito da Barragem de Jirau sobre os níveis na estação de Abunã. Os níveis aumentaram um metro em relação ao nível que teria na ausência da barragem de Jirau, o que, em percentagem, representa um aumento de 6% a 9%. Pode parecer pouco,

mas, segundo o autor, um aumento de um metro do nível pode representar uma superfície inundada. Porém, os níveis de descarga de Cachuela Esperanza e Guayaramerín (na Bolívia) mostraram que a relação se manteve estável durante o ano 2014, indicando que as barragens não tiveram nenhum efeito significativo de regulação das descargas.

Com relação à acusação de aumento das inundações na Bolívia, a Barragem de Jirau proporcionou aumentos nas declividades deste trecho, o que significa que é pouco provável que o efeito de remanso da barragem se estenda à montante da confluência Beni – Mamoré. Assim, as inundações na Bolívia não podem ser atribuídas às barragens do Rio Madeira, mas sim, às chuvas intensas que ocorreram na Bolívia.

Ao discutir os dados de fenômenos de cheias e estiagens severas no Rio Madeira, o qual tem-se a bacia do Rio São Francisco como seu tributário, percebeu-se a importância de estudos para verificar se essa ocorrência trata-se de mudanças ou variabilidades climáticas. Essas informações podem contribuir em alertas à população de possíveis cheias que poderão ocorrer no futuro, uma vez que observou-se que esta não foi a primeira ocorrência de cheia no Rio Madeira, com destaque para o fato de que a hidrelétrica teve uma pequena contribuição na pior cheia, pois o espaço físico ambiental foi modificado e as populações afetadas. A forma de alerta foi indicada na proposta de Zoneamento Ambiental da Bacia do Rio São Francisco. O que contribuiu para esta proposta foram os níveis de fragilidade natural a erosão da bacia. Assim, os modelos propostos para avaliar esses níveis resultaram em alguns fatores diferentes, que serão descritos no próximo tópico.

Ao discutir os dados de fenômenos de cheias e estiagens severas no Rio Madeira, ao qual tem-se a bacia do Rio São Francisco como seu tributário, percebe-se a importância de estudos para verificar se essa ocorrência, que trata-se de mudanças ou variabilidades climáticas. Para avaliar o nível de fragilidade ambiental da bacia, foram considerados os dados de anomalias que ocorreram após 2004, pois, a intensidade de precipitação que ocorreu no ano de 2014, provavelmente intensificou o processo de erosão.

#### 4.1.4. Carta de Fragilidade Ambiental adaptada da proposta de Crepani *et al.*(2001).

Através dos temas selecionados para a construção da carta de fragilidade, mencionados na metodologia, foram atribuídas classes hierárquicas para cada variável.

Procedendo na análise integrada dos temas selecionados, a síntese resultou em três classes, sendo elas: a) baixa, representada pela cor amarela; b) média, representada pela cor laranja; e c) forte, representada pela cor vermelha.

A cor amarela representa as classes de fragilidade baixa, que ocorrem nos primeiros três compartimentos da bacia. A mesma é disposta em áreas de solos resistentes à erosão. Outro fator que a classifica como ambiente estável é a presença da cobertura vegetal original. Porém, parte desta área apresenta Relevo Ondulado com índice de dissecação que varia de médio a alto (índices 2,3 e 2,9). Portanto, se existirem atividades antrópicas intensas, o equilíbrio dinâmico natural preservado tende a se quebrar, como pode ser observado na Figura 39.

A área classificada como de fragilidade média à erosão (cor laranja) ocorre em toda a área da bacia mas, é mais expressiva nos compartimentos IV, V, e VI, localizados no setor norte da bacia. Esta classe é explicada a partir da ponderação feita pelas categorias morfométricas, com índices de fragilidade de solos que variam entre 2,0, 2,1 e 2,5, representados pelos Latossolos de textura franca, solos concrecionários e podzólicos (Argissolos), além da associação, por fim, da Classe de Cobertura Vegetal com proteção aos solos. Aliado a isso, essa Unidade possui relevos suaves ondulados a ondulados de dissecação fraca a média e solos com grau de suscetibilidade à erosão, contrabalançados por haver uma cobertura vegetal original.

As classes consideradas de fragilidade forte, representadas na carta com a cor vermelha, são áreas pontuais no compartimento VI, onde a declividade das vertentes passa dos 8%, e os solos são formados por Areias Quartzosas ou Litólicos, sendo pouco espessos. Neste caso, o uso do solo também exerce influência de maneira significativa, onde tem-se o uso da pecuária. Desta forma, a declividade, os tipos de solo e o uso do solo configuram-se variáveis preponderantes para a delimitação dessa classe, além dos temas clima e geologia, que têm o mesmo peso para toda a bacia.

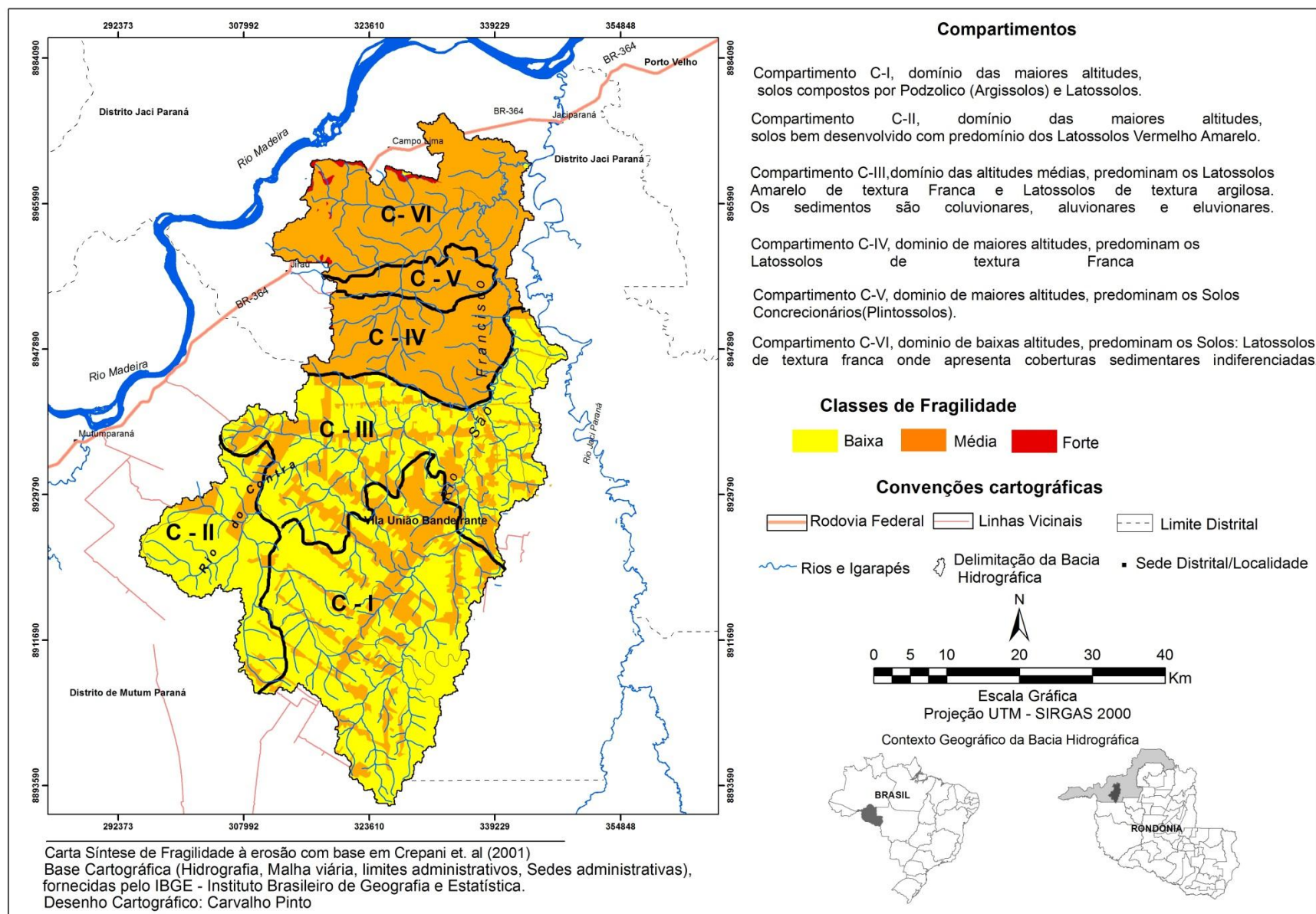


Figura 39: Carta de síntese de classes de fragilidade a erosão com Base em Crepani *et al.* (2001).

#### 4.1.5 Carta de Fragilidade Ambiental Adaptada da Proposta de Ross (1994).

Para a elaboração desta carta foi considerada a correlação entre quatro variáveis: declividade, com as categorias hierárquicas de muito fraca (1) a forte (4); solos com categorias hierárquicas de muito fraca (1) a muito forte (5); pluviosidade, com categoria hierárquica (3) e cobertura vegetal/uso do solo com índice de proteção muito alto (1) a baixo (4).

A cor amarela representa as classes de fragilidade baixas e ocorrem nos compartimentos CIII; CIV e CVI da bacia, resultante da combinação dos Algarismos 2331 e 2131, indica a baixa declividade das vertentes (0-3% a 3-8%). Os solos são constituídos principalmente por Latossolos onde sua proteção, exercida pela vegetação é alta, ou seja, possui áreas ocupadas por floresta (Figura 40).

A área classificada como de fragilidade média (cor laranja), resulta da combinação 3134, 3334 e é a mais expressiva em todos os compartimentos, influenciada pela maior dissecação do relevo, revelando declividades que variam de 8-20%, com vertentes de comprimento de rampa menos extensos e interflúvios mais curtos. As características dos solos são diversas, tendo Latossolos de textura franca, Podzólico (Argissolos) e Solos Concrecionários (Plintossolos), cuja proteção é baixa ou muito baixa, ou seja, não há florestas ou culturas agrícolas que amenizem a erosão (Figura 40).

As classes consideradas de fragilidade forte, resultam das combinações 3535, 3435. Representadas na carta com a cor vermelha, também se encontram em todos os compartimentos. No compartimento CVI são mais pontuais. A declividade das vertentes varia de 8 a 20% a 20-45%. Também são associadas a Latossolos de textura franca. Na fragilidade potencial, essas áreas já representam fragilidade média e com as atividades antrópicas ou humanas (fragilidade emergente), receberam maior peso, resultando em classes de fragilidade alto ou forte (Figura 40). Deste modo, percebe-se que estas áreas merecem mais atenção pelo motivo de serem áreas vulneráveis aos processos erosivos. O uso dos solos associados ao desmatamento não favorece a sua proteção, e sim ao processo de erosão.



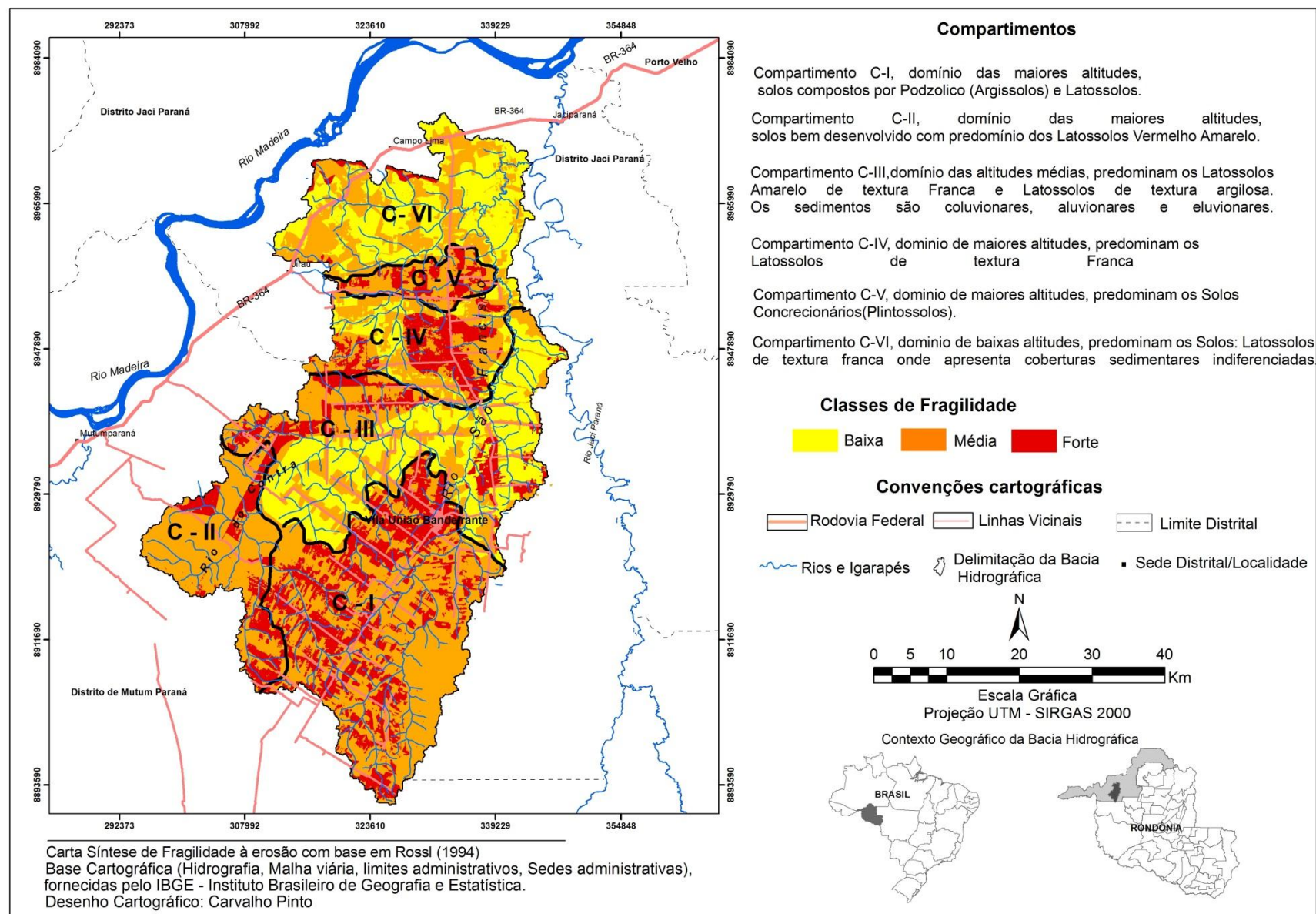


Figura 40: Carta de síntese de classes de fragilidade a erosão, com Base em Ross (1994).

Nesta pesquisa foi possível realizar uma avaliação das características físicas e de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica. A avaliação dos modelos de fragilidade ambiental implica em compreender qualitativa e quantitativamente a relação entre as variáveis ambientais e socioeconômicas e a realidade de campo. Com a aplicação dos modelos propostos, verificaram-se duas situações:

a) O primeiro modelo adotado trata-se das Unidades Territoriais Básicas que sintetiza o resultado numa carta, onde todas as variáveis determinam a maior ou menor fragilidade potencial e emergente da área, isso ocorre durante a interrelação e mediação das mesmas, ou seja, utilização da média aritmética entre as variáveis. Assim, todas as variáveis teriam a mesma importância, resultando numa maior coerência com a realidade, porém, se numa determinada área uma das variáveis estiver influenciando mais significativamente no estado de equilíbrio/desequilíbrio dinâmico, esta não terá um peso maior, encobrindo assim, os resultados. Desta forma, mesmo que a área tenha solos muito friáveis, por exemplo, e a cobertura vegetal não favoreça a sua proteção, mas se o resultado da média aritmética for um valor baixo, será considerada de fragilidade muito baixa ou baixa. Segundo este modelo, as atividades econômicas básicas também perdem importância como agentes transformadoras do ambiente, pois, através do cálculo, recebem o mesmo peso, as quais não atingem o valor máximo que indica alta fragilidade. Porém, mesmo indicando áreas de fragilidade baixa e média, a realidade de campo mostra a ocorrência de ravinas e voçorocas em área de baixas declividades ou baixa fragilidade.

b) O segundo modelo adaptado da metodologia de Ross (1994) apresentou como resultado uma maior compatibilidade, revelando os agentes que provocam modificações das condições ambientais. O modelo empregado foi adaptado a partir da combinação das variáveis, cobertura vegetal/uso do solo, declividade, solos e pluviosidade. Neste caso, a fragilidade é indicada com base nas condições do ambiente e, os principais fatores que determinaram o grau de fragilidade foram a declividade associada aos solos e a cobertura vegetal/uso do solo. A pluviosidade e as características geológicas, por exemplo, foram um complemento para precisar o estágio de estabilidade/instabilidade. Assim, a modelagem de dados mostrou-se a mais compatível com a área em particular, pois, a maioria dos impactos sobre a estabilidade do meio físico derivam de atividades humanas.

A forma da modelagem dos dados para a obtenção dos graus de fragilidade reflete-se nas diferentes maneiras de ponderar a importância das variáveis selecionadas.



Um dos objetivos da pesquisa foram de assimilar modelos de avaliação da fragilidade ambiental para o reconhecimento da dinâmica ambiental local e, depois de avaliar os modelos propostos, verificou-se que optar por modelos geomatemáticos prontos nem sempre contemplam a realidade local, podendo criar distorções do resultado que se espera, ou seja, os procedimentos operacionais podem não reproduzir fielmente a realidade de campo, pois a fragilidade não depende de apenas uma variável ou soma, mas de um conjunto de fatores associados. Quanto à fragilidade ou degradação ambiental, os impactos mais sensíveis são de ordem ocupacional. Deste modo, medidas administrativas ainda precisam ser tomadas tais como, necessidade de obras e manutenção, contenção, legislação e fiscalização.

#### 4.2. IMPACTOS TERRITORIAIS E FRAGILIDADE AMBIENTAL: CONTRADIÇÕES A PARTIR DO ORDENAMENTO TERRITORIAL (ZSSE/RO).

Conforme Antas Jr (2005), só é possível compreender a dinâmica de um espaço geográfico através de uma instância social em que se destaca o estudo das normas, pois os sistemas normativos produzem o território e, ao mesmo tempo em que o território reúne a intencionalidade humana e a espontaneidade da natureza, demanda a produção intensa de normas. Essas normas podem ser conduzidas no território por diversos agentes, que podem ser representados pelo Estado ou instituições civis, que, por meio jurídico ou decretos, realizam suas ações. Não se pretende fazer estudo específico sobre normas, mas destacar um dos instrumentos que normatizam o território. Assim, destaca-se o Zoneamento Socioeconômico e Ecológico – ZSEE/RO como tal instrumento. Com base nele, tratar-se-á algumas contradições existentes no que se refere à lei, que garante a proteção dos recursos naturais entre os tipos de usos que ocorrem na área da bacia do Rio São Francisco, influenciada por vezes, por agentes políticos que decretam ou formulam leis para desfazer normas já existentes, como o zoneamento.

Conforme Becker e Egler (1997), “o zoneamento trata-se de um instrumento técnico e político de planejamento e, além disso, possui caráter dinâmico, que deve ser periodicamente revisto e atualizado”. O problema é que as formulações que tentam “atualizar” ou desfazer esse instrumento em Rondônia, com destaque para a bacia do Rio São Francisco, são pautadas nos usos já existentes, caracterizados como repletos de interesses políticos e não focados na verdadeira revisão, que consiste primeiramente no conhecimento técnico científico, capaz de destacar áreas de maior ou menor fragilidade,

e a sua indicação para as formas de ocupação e uso racional dos recursos naturais. Com a inversão da situação e falta da presença do Estado para dialogar com as necessidades específicas de cada área, ou seja, o melhor direcionamento dos recursos, ocorrem tensões<sup>19</sup> sobre o território, sendo que o território em destaque, apresenta áreas que são potencialmente frágeis conforme a Figura 40 demonstrou.

Para melhor compreensão da discussão, separou-se as áreas da bacia por compartimento e, sobre elas, destacou-se as subzonas (ZSE/RO), as quais indicam seu destino de uso ou proteção. Sendo assim, a subzona 2.1, localizada nos compartimentos I e II indicaram que essas áreas são destinadas à conservação dos recursos naturais e passíveis de uso, quando sob manejo sustentável. Porém, o que se verifica é a ocorrência do desmatamento e do uso majoritário da pecuária extensiva. O manejo sustentável não é visto de forma clara, ou seja, como isto é realizado na prática? Não havendo clareza, o resultado é o desmatamento.

No compartimento I verifica-se a área de União Bandeirantes, de ocupação irregular. Nesta área, destaca-se um modelo de frente de expansão que pode se repetir no sentido em que se localizam as terras indígenas, pois, apesar de não haver vestígios de desmatamento através de imagens de satélite, estes foram alvos da lei estadual nº 1193/2014, que previa abertura de estradas na unidade. O resultado de abertura de estradas, no Estado de Rondônia, forma o ciclo das frentes de expansão ou desmatamento, conforme já se verifica na RESEX Jaci Paraná, localizada nos compartimentos III ao VI. Nepstad *et al.* (2001) demonstraram que 3/4 do desmatamento em Rondônia, entre as décadas de 70 e 90, ocorreram dentro de uma faixa de 100 km de largura ao longo das rodovias BR 364 (Cuiabá-Porto Velho) e BR 010 (Belém-Brasília) e, conforme Ferreira (2001), as estradas apresentam padrões exponenciais, ou seja, a grande proporção de desmatamento é maior próximo à elas. Deste modo, a expansão dos agentes territorializadores da área de União Bandeirantes (compartimento I) para as áreas de Terras indígenas se caracteriza como mais uma repetição do modelo de desmatamento que ocorreu na região Amazônica, destacando que nessas áreas já havia

---

<sup>19</sup>Tensões podem ser entendidas como conflitos. Os conflitos podem estar relacionados às questões ambientais, sociais, econômicas, políticas e até mesmo culturais. Como a questão dos conflitos pode ser abrangente, define-se, neste trabalho, **conflito socioambiental**, de acordo com Ruiz (2005) e Acselrad (2004), como incompatibilidade de interesses sobre o uso do mesmo território ou pela utilização dos recursos naturais entre indivíduos ou grupos independentes (agentes sociais). Quando acontecem as disputas pelos recursos ambientais, as partes envolvidas perseguem e elaboram estratégias para alcançar seus objetivos, atrapalhando assim, as atividades de seus oponentes.

indícios de estradas clandestinas, ligadas a um começo de expansão (LUCIO DE PAULA, 2014).

Ressalta-se que o modelo de desmatamento ou frentes de expansão ocorrem em ciclos, da seguinte forma: a) abertura de estradas oficiais ou clandestinas para exploração madeira, onde começa-se a ocupar terras irregulares; (b) substituição da floresta por pastagem; c) agricultura tradicional ou mecanizada; e (d) avanço destes usos sobre áreas destinadas à conservação. Quando ocorre a pressão antrópica sobre estas áreas, indica que o processo de expulsão dos primeiros agentes territorializadores já está ocorrendo (SCHNEIDER, 2000; AMARAL, 1994; SILVA, 2011, FEARNSIDE, 2003; PINTO, 2011).

Para melhor entendimento deste processo, destaca-se que a área é desmatada, tendo como seu primeiro agente, o madeireiro e, quando não o é, verifica-se o primeiro agente como o pequeno agricultor (posseiro). Este agente, tem sua produção para o sustento da família. Quando ocorre de haver esgotamento dos nutrientes naturais dos solos e ausência de recursos para continuar o plantio, estes agentes vendem seus pequenos lotes, concedendo espaço para o terceiro agente, que será o pecuarista e/ou latifundiário, que, de certa forma, pressionam os pequenos e médios produtores a explorar novas terras (processo de expulsão/desterritorialização). As pressões sobre esses primeiros agentes podem ocorrer através de técnicas que provocam mudanças no espaço rural. Essas mudanças estão vinculadas à chegada da frente pioneira, que define-se pela formação do capitalismo. As técnicas podem ser práticas de manejo em pastagem e mecanização moderna na agricultura. As mesmas provocam expansão ou abertura de novas áreas, pois, os pequenos produtores, os quais geralmente fazem tais aberturas, não acompanham a modernidade técnica, e acabam dando lugar aos pecuaristas e, estando sem alternativas, abrem novas áreas.

Outro fator que leva às frentes de expansão é a infraestrutura básica, sendo esta o apoio ao desenvolvimento das atividades agrícolas. Esta é desprovida, e o pequeno agricultor não tem acesso ao crédito bancário e às estradas estruturadas, o que dificulta muito sua permanência em terras já adquiridas, mesmo sendo consideradas irregulares (MARTINS, 1990; SILVA, 2011). Outra situação que influencia a abertura de novas áreas (desmatamento) na bacia do Rio São Francisco e na Amazônia, é a dinâmica do mercado de exportação, impulsionada pela alta rentabilidade das principais atividades econômicas, como a extração madeireira e pecuária (FEARNSIDE, 2003).

A questão da pecuária apresentar-se como de uso majoritário nos compartimentos da bacia também tem sua lógica, e os fatores que ajudam para a expansão deste uso são a disponibilidade de terras baratas e força do mercado de carne bovina no Estado, sendo que esta última concentra-se em ganhar o mercado internacional; e o principal, o modelo de pecuária extensiva, onde o gado é criado solto. Conforme Magulis (2003), este modelo não requer muito esforço para se utilizar alta tecnologia (muito aplicação do capital), uma vez que seus custos são baixos, tornando-o viável para o pecuarista. O problema deste uso relacionado ao ambiental é que apesar de ser mais “rentável”, ocasiona mudanças bruscas nos regimes hidrológicos e no microclima através do desmatamento, que por sua vez, provoca o assoreamento de rios e igarapés, também formado pelo pisoteio do gado, como se pode verificar na área de estudo (Figura 41) (HECHT, 1993, PINTO, 2011).



Figura 41 - Desmatamento e assoreamento de rios na Bacia do Rio São Francisco  
Os cursos d'água apresentam coloração marrom indicando forte turbidez.  
Foto: Carvalho Pinto, 2014.

Destaca-se que o processo de erosão é mais atuante quando comparado ao processo de formação dos solos. Sendo assim, a erosão retarda ou não permite a regeneração destes solos, e prejudica a manutenção de sua fertilidade natural (ABDON, 2004; OKA-FIORI, 2002). Assim, é muito comum verificar o processo de degradação nos pastos ou os assoreamentos nos cursos d'água nos compartimentos (I e II), principalmente por se caracterizar como áreas frágeis. Estes processos, conduzem ao abandono de algumas áreas, forçando a ocupação em outras novas áreas, principalmente por aqueles que não têm recursos.

Estes mesmos processos vão se repetir nos compartimentos III ao VI, mas com algumas diferenças. A diferença encontra-se na subzona 1.2, a qual é recomendada o incremento de produtividade agropecuária, baseado em técnicas agrícolas mais modernas, envolvendo insumos e práticas de manejo em conformidade com as

condições de aptidão agrícola. Sendo que as condições da aptidão agrícola, conforme dados do PLANAFLORO para esta área, é a melhoria de fertilidade, a qual implica na aplicação alta de adubo e calcário. Relembrando que esta situação explica o alto teor de metais pesados identificados no rio do Contra (Compartimento IV), o qual já foi discutido. Conforme esta subzona, todas as áreas apresentam vulnerabilidade que vai de baixa a média, o que, de certa forma, não contradiz o resultado da carta de fragilidade da Figura 40. Porém, alguns locais dos compartimentos III, IV e V apresentam fragilidade de média a forte, e, é exatamente neles que verificamos fortes indícios da erosão, causada principalmente pelas atividades indicadas pela subzona 1.2. Ainda, é exatamente nestes compartimentos que houve a atualização do zoneamento, a qual era caracterizada como a zona 2.0 e depois transformada em zona 1.2. Se antes estas áreas eram indicadas como zona 2.0 para a conservação dos recursos naturais é porque sua forma física já indicava forte fragilidade à erosão, mas, principalmente por haver interesse político e também haver pressão das atividades agropecuárias, que começaram a se consolidar desde 1999, a área foi transformada em zonas de ocupação, descaracterizando sua potencial fragilidade (GTA, 2008).

Nesta mesma subzona, tem-se o assentamento São Francisco, localizado a oeste do compartimento III e Nilson Campos, localizado nos compartimentos V e VI. No assentamento São Francisco verificou-se o manejo florestal sustentável, mas sua prática de sustentabilidade é questionável, sendo que a área é convertida para o uso agropecuário e não para o remanejamento. Também, verifica-se que a área do assentamento São Francisco e a área sul do assentamento Nilson Campos, apresentam-se de média fragilidade, e com os tipos de uso indicados pela subzona 1.2, os quais já ocorrem desde 1990 e intensificaram-se nos anos de 1999 a 2011, resultando em uma fragilidade ainda maior. Destaca-se que já não há controle sobre o desmatamento em áreas indicadas à proteção e, percebe-se que o estímulo à produção da agropecuária facilitou a expansão destas atividades para outras áreas, no sentido em que se localiza a subzona 3.1. A subzona 3.1, denominada RESEX Jaci- Paraná, está em toda a borda leste dos compartimentos III ao VI, e está ocupada pelos agentes territorializadores da bacia, estes agentes continuam avançando com a exploração madeireira, formando terras irregulares e gerando conflitos entre as populações tradicionais existentes na RESEX.

As unidades de Conservação têm sido destacadas como um instrumento de políticas públicas usadas para a diminuição do desmatamento na Amazônia, mas o que

verifica-se é o desmatamento ocorrendo dentro da própria Unidade. Este fato alarmante leva a refletir que as áreas protegidas não estão cumprindo sua principal função, que consiste na conservação e no uso racional dos recursos, ressaltando que existem estratégias do governo de Rondônia em legitimar a invasão de pecuaristas, madeireiros e agricultores nestas unidades. Por outro lado, também leva a refletir que área ainda não foi totalmente desmatada, por causa da existência deste instrumento que até certo grau, inibe a pressão dos agentes territorializadores que as invadem.

A Amazônia foi destaque em um modelo norte americano, o qual afirmava que, em 2020, esta região estaria totalmente destruída. Porém, Becker (2005), contrariando esta afirmativa, afirma que não se pode aceitar um modelo linear num mundo composto de imprevisibilidades. Esta autora refere-se ao papel importante do zoneamento e das políticas públicas, e destaca que a floresta só deixará de ser destruída se tiver valor econômico para competir com as atividades madeireira e pecuária. Mesmo com os avanços na criação de Unidades de Conservação para minimizar as grandes taxas de desmatamento, a questão de manter a capacidade de sustentabilidade da floresta ainda não foi resolvida. Assim, existe uma grande necessidade de se propor uma verdadeira revolução técnico-científica na Amazônia, que seja capaz de estabelecer cadeias técnicoprodutivas com base na biodiversidade, pois, a Amazônia não é mais vista como uma reserva de valor, mas sim de produtividade, pois define-se como uma área consolidada, onde seus agentes territorializadores organizam o território através das redes e fluxos.

#### 4.2.1. A Consolidação dos Agentes Territorializadores sobre a Área e os Conflitos

A noção de território é conhecida como espaço fluído de manifestações de agentes que se estabelecem por meio de fixos e fluxos<sup>20</sup>, manifestando relações de poder. Nessas manifestações há um sistema territorial e, esse sistema, é um produto observável do campo operatório de organização de ações de uma sociedade, que se materializa pela estrutura de nós e redes. Os nós configuram-se como pontos de convergência ou como controle do poder territorial e, é em função deles que as linhas de comunicação (real ou virtual) são estabelecidas na forma de redes, para que se

---

<sup>20</sup> Fixos: objetos sociais que podem ser o próprio instrumento de trabalho e as forças produtivas em geral. Os fixos são capazes de criar fluxos que se constituem no movimento, na circulação e na interação construída pela sociedade sobre e pelos objetos. Para maior compreensão, verificar Santos (1996), Raffestin (1993) e Correa (1989).

mantenham os fluxos e as interações socioeconômicas (SANTOS, 2005; RAFFESTIN, 1993). Na área de estudo, o controle de seu território, em termos de nós e redes, ocorre, em princípio, em pontos estratégicos da malha rodoviária ou estradas. É importante destacar que até a década de 60, os contornos da territorialização na Amazônia seguiam as possibilidades de integração regional, através do uso rede hidrográfica. Posteriormente, este modo de organizar o território foi alterado em função de projetos desenvolvimentistas de uso da terra para fins agrícolas, que promoveram a agregação da rede hidroviária a da rede rodoviária, deslocando os pontos de controle do território de áreas baixas, ao longo dos rios, de terra-firme e de núcleos rurais (CABRAL, 2007). Com a política de inserção de um novo perfil produtivo, a exemplo da agropecuária extensiva, na Amazônia adotou-se um planejamento de “hierarquia urbanística” em agrovilas, que traduziam a polarização dos pontos nodais com conectividade e dispersão esquematizadas, conforme a Figura 42 representa (BECKER, 1998).

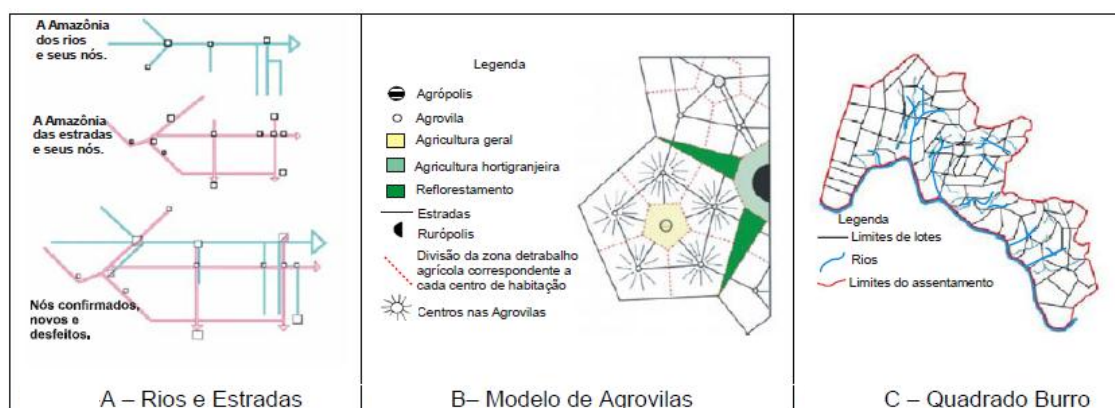


Fig. 42 – Modelos de Configuração Territorial Manifestas na Amazônia  
Fonte: CABRAL (2007).

Este modelo representava os conceitos de polarização da teoria clássica de localização, e privilegia o uso ordenado do espaço, considerando funcionalidades, distâncias e interligação de espaços (CHRISTALLER, 1933; PERROUX, 1977). Mas, com o aumento das demandas por terra e pela falta de atividade do INCRA em Rondônia para gerenciar a questão, a distribuição passou a privilegiar pequenos proprietários, distribuídos de forma igualitária, semelhante ao que ocorre nos loteamentos urbanos, onde não considerou-se as diversidades do terreno, a rede hidrográfica e a produção a ser realizada. Esta divisão foi denominada de “Quadrado Burro”, e acompanhou os fluxos de comunicação e circulação na forma de “espinha de peixe” (ESCADA, 2003; BATISTELLA, 2001, CABRAL, 2007). Essas formas predominam até hoje e resultaram no desmatamento e erosão em torno das estradas, o

que não é diferente na área da Bacia do Rio São Francisco pois, sabe-se que é a partir deste modelo, que os agentes territorializadores se organizam e se conectam sobre o território, e também se consolidam no mesmo, através do uso produtivo da terra. Assim, pode-se enfatizar que as redes permitiram a expansão da pecuária extensiva ou agropecuária, chamada de arco de fogo ou terras degradadas, porque foi através delas que se expandiu as frentes ou fronteiras e o desmatamento. Mas, conforme afirma Becker (2005), é necessário mudar essa denominação, e destacar que a área é *arco de povoamento consolidado* pois, é onde estão as estradas, a economia e as cidades. Deste modo, a denominação “arco de fogo” atrapalha a política pública, sendo que a mesma deve enfrentar os confrontos existentes entre a expansão da agropecuária, exploração madeireira e o uso conservacionista da floresta, que são defendidos pela produção familiar, pelos ambientalistas, entre outros.

Na bacia do Rio São Francisco estes confrontos são destacados como tensões que ocorrem no território e que geram conflitos. Estes conflitos estão entre populações tradicionais da RESEX Jaci Paraná *versus* grileiros, madeireiros e pecuaristas, e nas contradições existentes entre Uso da Terra *versus* Zoneamento. Também se destaca o conflito Político–Jurídico ocorrente, cujo confronto é entre decisões sobre a gestão do território, que de um lado, têm as ações tomadas pelo governo de Rondônia a favor da regulamentação e à ocupação ilegal, e de outro, o Ministério Público contra esta regulamentação.

#### 4.2.2. Hidrelétricas e a Potencialização do Desmatamento

Os conflitos existentes e, já destacados, que ocorrem na Bacia do Rio São Francisco, foram potencializados através da implantação das Hidrelétricas. Esta potencialização é explicada através das alterações que ocorreram no ZSEE, em todo a região do Alto Madeira, para acomodar a área do reservatório. Conforme a Lei Federal n. 12.249 de 11/07/2010, as modificações foram efetivadas com intuito de “diminuir impactos” e regulamentar áreas em que as ocupações eram restritas.

Cavalcante (2011) realizou um estudo comparativo da situação das UC's antes e posteriormente à implantação das usinas e verificou que a maior quantidade, em km<sup>2</sup>, de criação de áreas de unidades de conservação, estava localizada na margem direita do Rio Madeira, onde também concentra a maior parte da população. Com a ampliação de novas Unidades de Conservação, percebeu-se a pressão dessa população em direção à



Bacia do Rio São Francisco e a pressão dos agentes territorializantes da Bacia, na área da RESEX Jaci Paraná, a qual já está comprometida. É nesta faixa que evidenciam-se novas frentes de expansão.

As hidrelétricas são obras de infraestrutura que funcionam como vetor de mobilização de pessoas e de capital, e ocasionam impactos especulativos e imediatos que desencadeiam outros impactos, tal como o processual. Na bacia, o estágio atual de impacto é o processual, pois a hidrelétrica já foi implantada, e o resultado de sua implantação foi a abertura de novas áreas (desmatamento), principalmente na RESEX Jaci – Paraná. A questão das cheias no Madeira definiu-se como um pretexto usado por autoridades para facilitar tais aberturas. Os agentes territoriais da área de influência das hidrelétricas, que foram “expulsos” ou desterritorializados, são os agentes que pressionam estas áreas.

Os agentes territorializantes são os responsáveis por configurar o território através de estratégias nos usos dos recursos naturais, e, é a partir destas estratégias e ações, que sinalizam quais áreas deverão ser foco de atenção para um novo ordenamento ou gestão pública. Deste modo, para que o zoneamento tenha êxito, deve ter o conhecimento destas estratégias, que muitas vezes geram conflitos, pois estes agentes têm motivações e interesses diferentes. Suas formas de atuação são tão importantes quanto os levantamentos da fragilidade que o ambiente apresenta.

Com o processo de desterritorialização da população do alto rio Madeira, e uma nova frente de expansão que consolida um território, em destaque a Bacia do Rio São Francisco, é que propõe-se o (Re) Ordenamento na Bacia, com o instrumento de Zoneamento Ambiental.

#### 4.3. (RE) ORDENAMENTO NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Em áreas em que políticas já foram concretizadas, como é o caso do Zoneamento Socioeconômico mas, que se evidenciam-se conflitos e contradições, há a necessidade de um novo olhar técnico – científico, que não esteja atrelado só aos interesses políticos. Deste modo, é que se propõe o (Re) Ordenamento na Bacia.

A fragilidade da área de estudo é resultado de problemas recorrentes, entre os quais destacam-se o desmatamento desordenado, o avanço da pecuária em solos - caracterizados como frágeis - e as frentes de expansão em áreas de Unidades de Conservação. A área de estudo, como pode ser percebida, indica instabilidade e as

atividades desenvolvidas têm promovido diversos impactos negativos, resultando em degradação ambiental. Estes problemas provêm desde a criação do instrumento de planejamento e, em grande parte, das questões políticas. Percebe-se então, a falta de consonância entre tal instrumento de planejamento e a sua eficácia no processo de ordenamento do território, sendo este ainda bastante incipiente. O que tornou a bacia frágil à erosão foi o descontrole e a falta de gestão ambiental do poder público no trato do Ordenamento do Território, o que torna relevante, nesta pesquisa, indicar as áreas com necessidade de conservação ou de manejo corretivo na bacia do rio São Francisco.

Diante disso, foram definidas cinco zonas, segundo suas fragilidades e potencialidades, tendo como critérios fundamentais a cobertura vegetal/uso dos terrenos, pluviosidade e o relevo (Figura 43), sendo elas denominadas de Zonas de Preservação Ambiental (ZPA), Zonas de Reabilitação Ambiental (ZRA), Zonas de Alerta a Inundações (ZAI), Zonas de Adequação Produtiva (ZAP) e Zonas de Adequação Residencial (ZAR). Ressalta-se que o zoneamento foi definido a partir da integração das diversas análises realizadas, não sendo resultantes da simples sobreposição de mapas, mas da análise integrada dos diversos elementos do meio físico e da dinâmica de uso dos solos.

Com isso, as zonas foram subdivididas, baseando-se nas seguintes análises:

- a) Quanto aos Aspectos do Meio Físico: análise de cobertura vegetal e uso e ocupação do terreno, análise das unidades geomorfológicas e análise dos solos.
- b) Quanto aos Recursos Hídricos: análise morfométrica da rede de drenagem e do relevo.
- c) Quanto à Suscetibilidade à Erosão: análise da fragilidade natural dos terrenos à erosão e caracterização dos processos erosivos acelerados.

Além dessas análises, foram adotadas as diretrizes regulamentadas na legislação ambiental brasileira, no que diz respeito às áreas de preservação permanente e às áreas de uso restrito, conforme legislação federal.

#### **ZPA - ZONAS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL**

A definição das Zonas de Preservação Ambiental (ZPA) teve como principal critério a cobertura vegetal e o relevo, sendo identificadas duas sub-unidades de preservação ambiental, conforme segue abaixo:

ZPA 1 – refere-se às áreas de preservação, tal como a Reserva Indígena Karipuna (CONAMA, 13/1990) e a Reserva Extrativista Jaci Paraná (Lei Federal nº

9.985/2000 e Decreto nº 1.775/96). Em especial, a Reserva Extrativista deve ser mantida e suas áreas que estão sendo utilizadas para fins agropecuários, reintegradas.

ZPA 2 – engloba as áreas cobertas por remanescentes de Floresta Ombrófila nos limites da bacia, distribuídas principalmente sobre a bacia do Rio do Contra no compartimento II, que poderá ser estruturada para funcionar como um corredor ecológico. Verificou-se que a boa parte da rede drenagem não segue os padrões da Área de Preservação Permanente (APP). Recomenda-se, diante disso, a aplicação rigorosa desta lei, para evitar feições erosivas, as quais foram identificadas.

#### ZRA - ZONAS DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL

São as áreas marcadas por processos erosivos acelerados ativos. Essas áreas são consideradas como degradadas, devido à magnitude da ação erosiva e dos impactos ambientais decorrentes das feições erosivas. Medidas de regeneração e conservação dos solos devem ser aplicadas.

#### ZAI- ZONA DE ALERTA A INUNDAÇÕES

São áreas que estão sujeitas à eventuais inundações, em função do impacto ambiental que houve, com as construções hidrelétricas que geraram mudanças no percurso de alguns rios e com o histórico de cheias no Rio Madeira, essas zonas devem estar em alerta. O que se pode realizar nestas áreas são medidas para o controle das inundações, que podem ser classificadas em estruturais e não estruturais. A estruturais são compostas pelas ações do homem, modificando o rio (caso das hidrelétricas). No caso, as não estruturais são quando o homem convive com rio (populações ribeirinhas) (BARBOSA, 2006). As medidas que devem ser tomadas no primeiro caso, são controles através de obras hidráulicas, tais como barragens, diques e canalização. No segundo caso, as medidas devem ser preventivas como o próprio zoneamento de áreas de inundações, através do uso sistema de alerta ligado à Defesa Civil e acionamento de seguros. A implementação dos sistemas de vigilância permite avisar antecipadamente as populações, como estratégia para diminuir os riscos de inundações. Essas medidas devem minimizar as consequências das cheias e, para que o controle seja eficiente, é necessária a associação de medidas estruturais e não estruturais, de modo que garanta à população o mínimo de prejuízo possível, além de possibilitar uma convivência harmoniosa com o rio. As ações de cunho social, econômico e administrativo também têm seu papel decisivo através da educação e, principalmente da conscientização da população e do poder público. A tomada de decisão é definida em função das

características do rio, do benefício da redução das enchentes e também, em função dos aspectos sociais do seu impacto.

#### ZAP - ZONAS DE ADEQUAÇÃO PRODUTIVA

A definição das Zonas de Adequação Produtiva (ZAP) baseou-se no uso atual dos terrenos e nas características morfológicas do relevo, sendo identificadas quatro sub-unidades de adequação às atividades produtivas, como as descritas abaixo:

ZAP 1 – são as áreas situadas em relevo bastante ondulado onde podem se evidenciar ações erosivas, seus índices de fragilidade vão de média a forte. Nessas áreas, são desenvolvidas, atualmente, pecuária extensiva, sistema agrossilvipastoril e agropastoril. A forma destes usos, principalmente no compartimento I, é desordenada e sem regulamentação e/ou fiscalização por parte do poder público.

ZAP 2 – corresponde basicamente em áreas localizadas sob relevo plano, favorecendo a mecanização. Essas áreas podem ser utilizadas para cultivos de ciclo permanente ou pastagem, porém, as atividades devem ser realizadas utilizando técnicas de conservação dos solos, pois nela também se evidenciam ações erosivas.

#### ZAR - ZONAS DE ADEQUAÇÃO RESIDENCIAL

As Zonas de Adequação Residencial (ZAR) consistem em áreas que já se encontram estabelecidas como aglomerados residenciais, como os povoados de União Bandeirante, além das adjacências da sede. No entanto, estão sobre terrenos forte ondulados, e muitas residências estão sob encostas. Com grande intensidade de processos erosivos em áreas adjacentes, todas as atividades devem ser realizadas buscando a conservação dos solos e a regeneração das áreas de pasto degradado e/ou das feições erosivas. Recentemente, foi aprovada, através da ação civil pública n. 2004.41.001887-3, a ocupação/legalização do núcleo urbano de União Bandeirantes (documento em anexo, ANEXO I). A homologação (ACP 2004.41.00.001887-3) implica na desinterdição do núcleo de União Bandeirantes, e terá a eficácia de título executivo extrajudicial do artigo 5º, parágrafo 6º da lei Nº 7.347/85 e artigo 585, inciso VII, do código de Processo Civil. Por força do ajuste, ficaram excluídas deste acordo, quaisquer ocupações incidentes na Floresta Nacional Bom futuro, Terras indígenas, Parque Estadual de Guajará Mirim ou quaisquer outras Unidades de Conservação, bem como seus entornos, sejam federais, estaduais ou municipais, dispostos na área que encontra-se sob abrangência da decisão judicial.

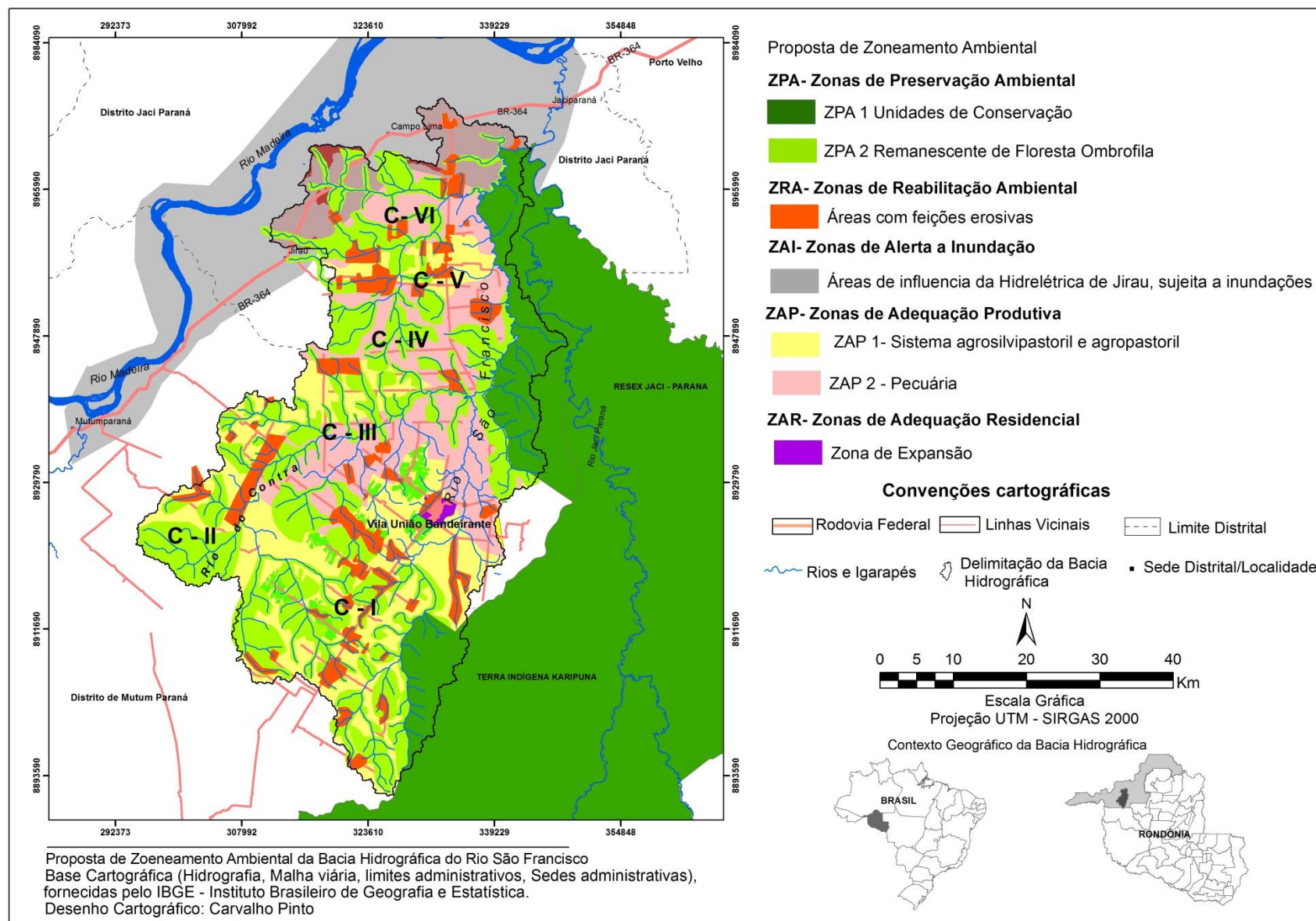


Figura 43: Proposta de Zoneamento Ambiental da Bacia do Rio São Francisco

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema territorial da Bacia do Rio São Francisco funciona através do inter-relacionamento da sociedade e da natureza, que operacionaliza seu espaço em fluxos diversos (redes) sobre a área, principalmente pelo modal rodoviário ou estradas com interconexão entre os núcleos urbanos, denominadas de pontos nodais. Esta operacionalização, através do fluxo sobre estradas, também é entendida ou organizada com as frentes de expansão e pioneira, as quais estão vinculadas ao processo de expansão do capital que, por sua vez, também é entendida como fronteira. A fronteira é, na verdade, a composição de novos terrenos que passam a ser ocupados pelo modo capitalista para a exploração da renda da terra, sendo um ponto limite de territórios que se redefinem continuamente e são disputados de diferentes modos por diferentes grupos. Os diferentes grupos neste caso, estão representadas nas frentes de expansão e pioneira. Ressaltando que existem diferenças nestas frentes mas, que fazem parte de um mesmo movimento de expansão do capital, porém, com estágios diferenciados de desenvolvimento pelas sociedades que as compuseram.

A principal diferença está entre os agentes que ocupam este território. Sendo que os primeiros agentes são as populações tradicionais e posseiros que utilizam ou pensavam na terra de forma diferenciada, principalmente para a sobrevivência. Porém, com a chegada de novos agentes, houve uma ruptura de comportamentos e pensamentos, gerando o movimento do capital e os conflitos. Os novos agentes são os madeireiros e, principalmente, os pecuaristas que usam a terra, em sua primeira instância, para a expansão do capital. Por haver estas diferenças, é que existem conflitos na Bacia do Rio São Francisco. Estes agentes desenvolvem a fronteira do capital na Bacia. Esta fronteira é o lugar do conflito e da alteridade.

Compreende-se que a fronteira é o lugar do conflito e é isso que também o define como território. É o lugar do encontro de diferentes, que são os diferentes entre si. Como exemplo, os grandes proprietários de um lado e os posseiros ou camponeses de outro, ou das populações tradicionais de um lado e madeireiros e pecuaristas de outro. Assim, tanto na frente de expansão quanto na frente pioneira, existe a migração de sujeitos que se encontram e se desencontram, que territorializam e se desterritorializam, que constroem e reconstroem relações políticas, econômicas e culturais e que desencadeiam processos com tensões a partir das sobreposições e/ou imposições de modo de ver e fazer a vida. Pode-se afirmar que a fronteira é um lugar de

constante disputa de território, sendo realizada por diferentes grupos, que se comportam de diferentes modos de ver e fazer a vida e, a luta pela terra, é um lugar agregador e desagregador na fronteira.

Na fronteira, ocorre a dominação e apropriação de recursos naturais e humanos, que se expressam através do poder, e o Estado, como organização da sociedade, utiliza essa fronteira para dominar e apropriar-se destes recursos. Assim, as relações de poder do Estado sobre a fronteira denotam interesses pertinentes à superação de barreiras espaciais e, portanto, conduzem à superação de barreiras humanas para a reprodução e acumulação do capital. Exemplo do Estado como dominador, que está no conflito destacado como político- jurídico, no Estado de Rondônia, e que reflete diretamente na Bacia, e nos próprios interesses políticos.

Na apropriação dos recursos para a acumulação do capital é que vê, como consequências, o desmatamento desordenado e a erosão na Bacia do Rio São Francisco, que são intensificadas com a utilização dos implementos e máquinas agrícolas (tratores), e dos insumos (defensivos e adubos químicos). Desta forma, grandes áreas de mata nativa foram substituídas ao longo do processo por pastagens e lavouras temporárias e permanentes.

Com implantação das Hidrelétricas, destaca-se a potencialização do desmatamento, principalmente através de pressões que ocorrem com novas criações de Unidades de Conservação, que fazem com que os agentes territorializantes da Bacia migrem para o sul da Bacia (Compartimentos I e II) e também para o norte da Bacia, em que se localiza a RESEX Jaci Paraná, desenvolvendo, principalmente o uso da Agropecuária. Este tipo de uso está relacionado ao estímulo da indicação da Zona 1.3. (ZSSE de Rondônia), em que se identificam ações erosivas.

Com relação à fragilidade natural à erosão que ambiente apresenta, destacam-se duas formas ou resultados diferentes. Através desta diferenciação é que se pode notar que o primeiro método indicou que boa parte da Bacia é de fragilidade baixa a média. Sendo que foi através deste método, que o zoneamento de Rondônia se baseou para indicar as Zonas, em particular as subzonas 1.3, que se destinam ao uso da agropecuária, e que geraram ações erosivas, pois, através do método, as áreas são propícias ao uso de pastagens ou a mecanização. Destaca-se que o primeiro método apresenta problemas, pois, mesmo que as áreas apresentem solos friáveis, relevo bastante ondulado e a cobertura vegetal não favoreça à sua proteção, a média aritmética (fórmulas) resultará em valores baixos, ou seja, as áreas serão definidas como “estáveis,” o que não condiz

com a realidade. Através do resultado do segundo método, além dos resultados na análise morfométrica, foi indicada uma proposta de Zoneamento ou (Re) Ordenamento do Território. Outro fator, que foi possível de identificar, refere-se às contradições existentes entre o que é o Zoneamento e o uso da terra.

Assim, pode-se afirmar a hipótese de que “o ordenamento territorial existente (ZSEE/RO) na Bacia do Rio São Francisco tende a não ser efetivo, em função de que o uso e ocupação da terra não levou em consideração as áreas potenciais de fragilidade ambiental, cujo cenário provável é a potencialização das dinâmicas socioeconômicas onde as características do meio físico não permitem sua expansão e/ou mobilidade”. Porém, destacam-se duas situações:

1) As características do meio físico não permitem sua expansão ou mobilidade, em partes, as áreas que já apresentam média fragilidade, não devem ser expandidas para o uso da agropecuária, pois o resultado das ações antrópicas e seus usos, nestas áreas, são a erosão, principalmente porque, atualmente, não é contida. Porém, como a área está praticamente ocupada e desmatada, algumas regulamentações devem ser realizadas. Foi com base nisto, que foi proposto o (Re) Ordenamento.

2) O Ordenamento Territorial existente (ZSEE/RO) não é efetivo porque o método que indica a vulnerabilidade do ambiente que foi utilizado na época, apresentou falhas e, ainda hoje, verifica-se que estas falhas foram mantidas, sendo assim, uma das causas de contradições existentes. Outro fator que ocorre, são as questões políticas que modificam o zoneamento com base em seus interesses, e não na fragilidade atual que o ambiente apresenta o que se torna um problema, pois verificou-se, através da análises de classes de fragilidade da bacia, problemas de erosão, resultado das ações territorializantes e de uma política ineficaz.

Enfim, encerrar-se-á esta tese afirmando que a bacia hidrográfica pode ser considerada um território, onde agentes territorializantes atuam no sentido de ocupar o espaço e transformá-lo, disseminando neste ambiente suas relações de poder. Essa visão da bacia hidrográfica como um território permite dar sugestões, no sentido de geri-la como território. Sendo que a sugestão de (Re) Ordenamento é um instrumento de gestão participativa do território. Assim, propor-se-á algumas ações no sentido de promover a requalificação da bacia e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Bases conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos. *In: MULLER-PLATENBERG, G, e AB'SABER, A. N. (Org.). Previsão de Impactos: o estudo do impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e Alemanha. São Paulo: Edusp, 1994.*

\_\_\_\_\_. Megageomorfologia do território brasileiro. *In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. pg. 71-106.*

ABDON, Myrian de Moura. **Os Impactos Ambientais no Meio Físico: erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária.** São Carlos, 2004, 322 pg. (Tese Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo.

ACKLAS Jr. R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; CASADO, F. C. Análise de perfis longitudinais de drenagens do Município de Guarulhos para a detecção de deformações neotectônicas. **Revista UnG – Geociências**, ano 6, n. 8, pg. 64-78, 2003.

ACSELRAD, H. As práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais. *In: Conflitos Ambientais no Brasil*, Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2004.

\_\_\_\_\_. **Vulnerabilidade Ambiental, Processos e Relações.** II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, 2006.

ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. *In: Revista Brasileira de Geociências*, v. 33, n. 2, pg. 117-127, 2003.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade Socioambiental na Metrópole Paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v.3, n° 1, pg. 43-59, 2005.

AMARAL, J. J. O. **Mata Virgem Terra Prostituta: o processo de colonização em Rondônia.** Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo: 1994.

ANDRADE, C. D. **Análise pluviométrica da Bacia transfronteiriça do Rio Madeira.** 128f. (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, 2008.

ANTAS Jr., R. M. **Território e regulação – Espaço geográfico: fonte material e não-formal do direito.** São Paulo: Humanitas, 2005.

BACK, Á. J. Análise morfométrica da bacia do rio Urussanga – SC. *In.: Revista Brasileira de Geomorfologia*. União da geomorfologia Brasileira. V. 1, n.1 (2000). Uberlândia, MG: UFU, 2006.

BARBOSA, F. A. dos R. **Medidas de Proteção e controle de inundações urbanas na Bacia do Rio Mamanguape/PB**. (Dissertação de Mestrado) 116 pg. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-graduação em engenharia Urbana, 2006.

BATISTELLA, M. **Landscape change and land-use/land-cover dynamics in Rondônia, Brazilian Amazon**. 399 pg. PhD dissertation, School of Public and Environmental Affairs, Indiana University, USA: 2001.

BAUD, P.; BOURGEAT, S.; BRAS, C. **Dicionário de Geografia**. Lisboa: Plátano, 1999.

BECKER, B. K. **Amazônia**. SP: Ática, 1990

\_\_\_\_\_. Geografia política e gestão do território no limiar do século XXI. *In: Revista Brasileira de Geografia*, ano 53, n.3, Rio de Janeiro, 1991 a.

\_\_\_\_\_. Modernidade e gestão do território no Brasil: da integração nacional à integração competitiva. **Espaço e Debates**, São Paulo, n. 31, p. 47-56, 1991 b.

\_\_\_\_\_; EGLER, C. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico econômico pelos estados da Amazônia**. Rio de Janeiro: SAE-Secretaria de Assuntos Estratégicos/Ministério do Meio Ambiente. 1997.

\_\_\_\_\_. Geopolítica da Amazônia. *In. Estudos Avançados*, 19 (53), 2005.

BENITEZ, I. (org.) **Legislação Ambiental Federal e de Rondônia**. Porto Velho: 2. Insight Comunicação e Marketing, 2002.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Global: esboço metodológico. *In: Revista IG-USP, Caderno Ciências da terra*. São Paulo, n13, 1971.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, Y. Z, Visão integrada da problemática da erosão. **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**, Maringá, PR: ABGFE, ADEA, 1985.

BOZZANO, H. **Territórios reais, territórios pensados, territórios posibles: aportes para uma teoria territorial del ambiente**. Buenos Aires: Espacio Editorial, 2000.

BRASIL. Departamento Nacional de Pesquisa Mineral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SC 20 Porto Velho: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1978.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística – IBGE. **A organização do espaço na faixa da Transamazônica**, Rio de Janeiro: 1979 a.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e de Solos**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 83 pg, (EMBRAPA-SNLCS.Micelânea, 1). Rio de Janeiro: 1979 b.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: senado Federal, 1988.

\_\_\_\_\_. *Lei 10.257, de 10 de julho de 2001*. Regulamenta o Art. 182 e o Art. 183 da Constituição Federal da Republica Federativa do Brasil, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>, acesso 10 jul, 2013. **Bulletin**. V. 63. pg. 923-938, 1952.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística - IBGE. **Manual técnico de Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 1992

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Manual técnico de Geomorfologia-nº 5**. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2ª Ed, Rio de Janeiro, 2006b.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª Ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2006a.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª Ed. Brasília –DF: Embrapa, 2013.

CABRAL, J. F. B. **Hidrelétrica de Jirau e os impactos sócio-ambientais no alto Rio Madeira**: análise da configuração territorial. Universidade Federal de Rondônia, programa de pós-graduação em Desenvolvimento Regional. 140 pg. (Dissertação de mestrado), Porto Velho: 2007.

CAMARGO, M.N; KLAMT, E; J. H. KAUFFMAN. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Separata ao B. Inf. Soc. Bras. Ci. Solo, Campinas, 12(1): 11-33, 1987.

CANALI, N. E; FIORI, C. O. Análise morfométrica da rede de drenagem da área do Parque Marumbi, Serra do Mar – Pr. In: **III Simposio Sul-Brasileiro de Geologia**, 1.,1987,Curitiba, PR. Anais. pg. 21-40.

CARVALHO, I. *et al*; SCOTTO, G (Org.). Roteiro Metodológico. In: **Conflitos socioambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: IBASE, 1995.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais - CPRM, Rio de Janeiro, 1994.

\_\_\_\_\_. JUNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentológicas**: Agência Nacional de energia elétrica. Brasília, 2000.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; PIRES, G. A. P. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas**. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ, n. 28, n.2, Rio de Janeiro, 2005. pg. 11-30

CAVALCANTE, M. M. **Transformações Territoriais no Alto Rio Madeira: Hidrelétricas, Tecnificação e (Re)organização**. 125 f. (Dissertação de Mestrado), Porto Velho: Universidade Federal de Rondônia, programa de pós-graduação em geografia - PPGG, 2008.

\_\_\_\_\_. M. M. **Hidrelétricas do Rio Madeira – RO: Território, tecnificação e meio ambiente**. Curitiba. 2012.161 pg. Tese (Doutorado em Ciências da Terra –UFPR), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

CESAR, A.L. Avaliação das Influências Litológicas e Topográficas na Classificação de Bacias Hidrográficas. **Revista de Geografia**, São Paulo, v.1, p. 77-88, 1982.

CHARLTON, R. **Fundamentals of Fluvial Geomorphology**, New York, Taylor & Francis, 2008.

CHRISTALLER, W. Central places in southern Germany, New Jersey, Prentice- Hall inc., 1966 (orig. 1933), 229 pg.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise Morfométrica das Bacias Hidrográficas**. Notícia Geomorfológica, Campinas, 9 (18), 1969.

\_\_\_\_\_. **Análise hipsiométrica de bacias de drenagem**. Notícia Geomorfológica, Campinas, v. 10, n. 9, p. 68-76, jun. 1970.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1981.

\_\_\_\_\_. As perspectivas dos Estudos Geográficos. In: **Christofolletti, Antonio**; (Org.). **Perspectivas da Geografia**. 2ª ed. São Paulo: DIFEL, 1985.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

\_\_\_\_\_. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. São Paulo, Hucitec, 1995.

COELHO, M. C. N.; CUNHA, L. H. Política e Gestão Ambiental. *In*: CUNHA, Sandra Batista da, GUERRA, Antonio José Texeira (Org.). **A questão Ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. pg. 43-79.

CONSELHO DA EUROPA. **Carta Européia do Ordenamento do Território**. Lisboa: Ministério do Planeamento e da Administração do Território, 1988.

CORRÊA, R. L. Repensando a teoria dos lugares centrais. *In*: SANTOS, M. **Novos rumos da geografia brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1982.

\_\_\_\_\_. **A rede urbana**. São Paulo: Ática, 1989.

CORRÊA, T. UZEDA, M. FIDALGO, E. Vulnerabilidade Ambiental em sub-bacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro por meio da integração temática da perda de solo (USLE), variáveis morfométricas e o uso/cobertura da terra. *In*: **XIII SBSR, Florianópolis**, SC, Anais. pg. 2493-2500, 21-26 abril, 2007.

CORRÊA, A. C. S.S. DALL'IGNA. L.G; SILVA, M. J. G; BARBOSA, J. S; JORDÃO, A. A; RODRIGUES, T. B. Aplicação do TRMM para acompanhamento de eventos de cheia no rio Madeira. *In*: **SBSR/INPE, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa, Anais, 5889-5896; 2015.

COUTINHO, R. TJ –**Rondônia mantém criação de reservas extrativistas, despejos são iminentes**. Disponível em <http://www.todorondonia.com.br/web>. Acesso: julho de 2015.

COY, M. Desenvolvimento regional na periferia amazônica. Organização do espaço, conflito de interesses e programas de planejamento dentro de uma região de “fronteira”: o caso de Rondônia. *In*: AUBERTIN (org.) **Fronteiras**. Brasília/Paris: UNB/ORSTOM, 1988. pg. 167-194.

CPRM. **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia: Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia** – Porto Velho: CPRM, 2007. 153pg.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; AZEVEDO, L. G. de; HERNANDEZ F. P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**”. INPE, São José dos Campos, SP, 1996.

\_\_\_\_\_; MEDEIROS, J. S. de; AZEVEDO, L. G. de; HERNANDEZ F. P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao Zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, SP: Instituto de Geociências/UNICAMP, 1992.

CRUZ, I. Assembléia Legislativa aprova decreto sustando criação da RESEX Jacy Paraná. *Disponível em* [http:// www.al.ro.leg.br/agencia-de-noticias](http://www.al.ro.leg.br/agencia-de-noticias). Acesso: março de 2014.

CUNHA, S. B. **Uma atualização de bases e conceitos**, 2 ed (organizadora) Eletrônica, Rio de Janeiro - RJ, 1995.

\_\_\_\_\_. GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. *In: Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. pg. 337-376.

CUTTER, S.L. **Environmental risks and hazards**. London: Prentice-Hall, 1994. Rio de Janeiro, 1995.

DEMATTEIS G. **Le metafore della Terra, La geografia umana tra mito e scienza**, Milano, Feltrinelli, 1985.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – UFPR, Curitiba, PR, 2004.

EGLER, C. A. G. **Risco Ambiental como Critério de Gestão do Território**. Território 1996, 1, pp. 31-41.

ESCADA, M. I. S. **Evolução de padrões da terra na região centronorte de Rondônia**. 264 pg (Dissertação de Mestrado – INPE-10209-TDI/899). São José dos Campos: INPE, 2003.

FAO, ISRI, CSIC. 1995 The FAO, ISRIC, CSIC Multilingual Soil Database, SDBm. World Soil Resources Report 81, FAO, Rome. Fragilidade. *In: Revista do Departamento de Geografia*, DG-FFLCH-USP. 13. 77-105 pag. São Paulo, 1995.

FEARNSIDE, P. M. Rondônia: Estradas que levam a Devastação. *In: Revista Ciência Hoje* (SBPC), vol especial – Amazonia, Rio de Janeiro, 1991. Pag.116-122.

\_\_\_\_\_. O avanço da soja como ameaça à biodiversidade na Amazônia. *In: Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação*, v. 2000, Universidade Federal de Espírito Santo, 10 -15 de outubro de 2000. Anais, Vitória, ES. Academia de Ciencias do Estado de São Paulo (ACIESP, N ° 109), P. 74-82, 2000.

\_\_\_\_\_. **A floresta amazônica nas mudanças globais**. Manaus, Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia (Inpa), 2003, 134 pg.

FERREIRA, L. V. Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade por meio da representatividade das unidades de conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia brasileira. *In.: CAPOBIANCO, J. P. R. (ed). Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios*. São Paulo, Instituto Socioambiental, 2001, pp. 268-286.

FERRETTI, E. R. **Bases geológicas para a caracterização morfométrica da bacia do rio Marrecas – sudoeste do Paraná.** 1998. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

FRANCA, R. R. da. O fenômeno da estiagem em Rondônia: estudo de caso sobre agosto de 2010 em Porto Velho. *In: Revista Geonorte*, v.1.n.5, pg. 1070-1078, 2012.

FURNAS. Estudos de Impacto Ambiental do Rio Madeira –RO. **Definição das áreas de Influência, Legislação e Caracterização dos Empreendimentos. TOMO A Vol. 1.** Furnas, 2005.

GAMA, M. M. B. Orientações para pesquisa florestal em Rondônia. *In: Comunicado Técnico.* Porto Velho: EMBRAPA, 2005.

GATTI, F. Territorio e sviluppo del locale il microssistema territoriale, *In: MAGNAGHI, A. (org.). In: Il territorio dell’Abitare: lo sviluppo locale come alternativa strategica.* Milão: Franco Angeli, 1994.

GRIGORIEV, A. A. The Theoretical Fundaments of Modern Physical Geography. *In: The Interaction of Sciences in the Earth*, Moscou, 1968.

GTA-Regional Rondônia. **O Fim da Floresta? A Devastação das Unidades de Conservação e Terras Indígenas no Estado de Rondônia.** Rondônia, GTA-RO, 2008.

GUATTARI, F; ROLNIK, S. **Micropolítica: Cartografia do Desejo.** Petrópolis: Vozes, 1986. 327pg.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico Geomorfológico.** 8ªed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446 pg.

\_\_\_\_\_; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.** Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

HACK, J.T. Stream-profile analysis and stream-gradient index: U.S. Geological Survey. **Journal Research**, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

HAESBAERT, R. **Des-territorialização e identidade: a rede gaúcha no Nordeste.** Niterói: EDUFF, 1997.

\_\_\_\_\_. **Territórios Alternativos.** São Paulo: Contexto, 2002.

\_\_\_\_\_. **O mito da desterritorialização: do “fim dos territórios” à multi-territorialidade.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

\_\_\_\_\_. Ordenamento territorial. **Boletim goiano de geografia:** Instituto de Estudos Avançados/Geografia-Goiânia, v.26, n.1, pg.117-124, 2006

\_\_\_\_\_. Concepções de território para entender a desterritorialização. *In*: Santos, Milton. *et al. Território, Territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial*. 3ª. Ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.pg. 47-71.

HARVEY, D. **A produção do espaço capitalista**. São Paulo: Annablume, 2005.

HECHT, S. A. The Logic of Livestock and Deforestation in Amazônia: considering land markets, value of ancillaries, the larger macro economic context, and individual economic strategies. **Revista de BioScience**, vol 43, no. 10, (nov.), 1993.

HEIDRICH, A. L. **Além do latifúndio: geografia do interesse econômico gaúcho**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000.

\_\_\_\_\_. Território, integração socioespacial, região, fragmentação e exclusão social. *In*: RIBAS, A. D.; SPOSITO, E. S.; SAQUET, M. A. (orgs.). **Território e desenvolvimento: diferentes abordagens**. Francisco Beltrão: UNIOESTE, 2004. pg. 37-66.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol Soe. Am. Bull.*, v.56, n.3, pg.275-370, 1945.

IMAZON, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Boletins (2008 e 2010). **Transparência Florestal**. Disponível em <http://www.imazon.org.br>. Acesso em 22 de março de 2015.

JAPIASSU, A. M. S. Rondônia e Regiões Vizinhas. *In*: **A organização do Espaço na Faixa da Transamazônica: Introdução Sudoeste Amazônico e Regiões Vizinhas**. Vol. I Rio de Janeiro: IBGE/INCRA, 1979.

KNIGHTON, D. **Fluvial forms & processes**. Londres. Arnold, 1998, 383pg.

KOBIYAMA, M; MOTA, A. A; CORSEUIL, C.W. **Recursos hídricos e saneamento**. 1ª Edição, Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008.

KOHLHEPP, G. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. *In*: **Revista Estudos Avançados** 16 (45), 2002.

LATRUBESSE, E. Geomorfologia. *In*: **Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil-Bolívia**. Eixo Rio Abunã – Vale do Guaporé. SUDAM / OEA / CPRM, Porto Velho, p. 30-40, 2000.

LEFEBVRE, H. El Espacio. *In*: LEFEBVRE, Henry. **Espacio e Política – el dercho a la ciudad II**. Barcelona. Ed. Península, 1976.

LUCIO DE PAULA, M. **As usinas do Madeira e a inundação histórica – Porto Velho de baixo d'água: crime anunciado?** Ano XII, nº 127, 2ª quinzena de março de 2014. Disponível em <http://www.novademocracia.com.br>. Acesso: Maio de 2015.



MACHADO, G. Por uma territorialização da Bacia Hidrográfica. *In: SAQUET, M. A. (Org.). Estudos territoriais na ciência geográfica*. 1 ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013.

MARANDOLA JR, E; HOGAN, D. J. As Dimensões da Vulnerabilidade. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 20, n° 1, p. 33-43, 2006.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília: Banco Mundial, 2003, 80pg.

MARTINS, J. S. **Fronteira: a degradação do Outro nos confins do humano**. São Paulo: Hucitec, 1997.

\_\_\_\_\_. **Os camponeses e a política no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 1990.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MILIKAN, B. H. **Políticas públicas e desenvolvimento sustentável em Rondônia: problemáticas e desafios para sua implementação**. Rondônia: Projeto úmidas, 1998.

MONDARDO, M. L. Frente de expansão e frente pioneira no Brasil: espaços e tempos da migração, do conflito e da alteridade. *In: Revista OKARA: Geografia em debate*, v.1, n.2, pg. 1-128, 2007.

MORAIS, Antônio C. Robert de. **Território e história no Brasil**. 2 ed. São Paulo: Annablume, 2005. 154pg.

MOREIRA, M. L. O. Diagnóstico ambiental: um instrumento. *In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, 6., 1998, Presidente Prudente. **Anais**. Presidente Prudente: FINEP, 1998.

MOREIRA, R. **O Pensamento Geográfico Brasileiro: as matrizes da renovação**. São Paulo, Contexto, 2009.

MOSER, C. **The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies**. World Development. New York. v.26, n.1, 1998.

MULLER, C.C. Políticas governamentais e expansão recente da agropecuária no Centro - Oeste. *In: Planejamento e Políticas públicas Brasília: IPEA*, 1990. n. 3, pg. 45 a 74.

MPF – Ministério Público Federal (1ª Região). **Medida Cautelar Inominada nº 0000022-05-2014.4.001.0000. RO**. Porto Velho, Rondônia. 2014. Disponível em <http://www.jusbrasil.com.br/>. Acesso: Agosto de 2015.

NEPSTAD, D; CARVALHO, G.; BARROS, A. C; ALENCAR, A.;CAPOBIANCO, J. B.;BISHOP, J.;MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P. e SILVA, U. L. **Road Paving, fire**

**regime feedbacks, and the future of Amazon forests. Forest Ecology and management.** 5524, 2001, pp 1-13.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NUNES. D. D. **Gestão Ambiental em Rondônia:** políticas públicas em Unidades de Conservação: o caso Cuniã. 188 pg. (Dissertação de Mestrado), São Paulo: 1996.

\_\_\_\_\_. **Hidrovia do Madeira:** (Re) Configuração Espacial, Integração e Meio Ambiente. 379 pg. Tese (Doutorado em Ciências Sócio-Ambientais), Belém, 2004.

\_\_\_\_\_. **Vulnerabilidade Natural à erosão da bacia do Rio Mutum-Paraná – Porto Velho – RO (2009-2011).** Porto Velho/RO. CNPq – Proc. nº 575783/2008-7/Edital MCT/CNPq/CT-Amazônia - nº 55/2008 - Amazônia Ocidental, Relatório Final de Pesquisa, 2012. 74pg.

\_\_\_\_\_. **Análise da Vulnerabilidade à erosão em bacia Hidrográfica na Amazônia Sul Ocidental: Estudo de caso na bacia do Rio São Francisco – Rondônia (2011/2014).** Porto Velho/RO. CNPq – Processo nº 483586/2011-0 - MCT/CNPq/Edital Universal nº 14/2011 – Faixa A, Relatório Final de Pesquisa, 2014. 74pg

OKA-FIORI, C. **Geomorfologia e dinâmica temporo-espacial da bacia do rio Itiquira: Pantanal Matogrossense – MT, MS.** 209 pg. Tese (Doutorado em Geologia regional) – Unesp. Rio Claro, 2002.

\_\_\_\_\_; FIORI, A. P; HASUI, Y. Dinâmica da Ocupação do solo da bacia do Rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 7, pg. 19-31, 2003. Editora UFPR.

OLIVEIRA, F. P. **Direito do Ordenamento do Território,** Cadernos CEDOUA. Coimbra: Almedina, 2002.

PEDLOWSKI, M; DALE, V; MATRICARD, E. A criação de áreas protegidas e os limites da conservação ambiental em Rondonia. *In.*: **Ambiente e Sociedade** – Ano III – nº 5 – 2º semestre de 1999.

PERROUX, F. O Conceito de Pólo de Crescimento. *In.*: SCHWARTZMAN, J. (Org). **Economia Regional:** textos escolhidos. Belo Horizonte: Cedeplar, 1977. pg. 145-156.

PINTO, C. G. **Fragilidade Ambiental e planejamento no Distrito de Mutum-Paraná– Porto Velho/Rondônia: problemas e perspectivas.** Universidade Federal de Rondônia, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia – PPGG (Dissertação de Mestrado) 111 pg, Porto Velho: 2011.

QUADROS M.L.E.S., SILVA Filho E.P., REIS M.R., SCANDOLARA J.E. Considerações preliminares sobre a evolução dos sistemas de drenagens dos rios

Guaporé, Mamoré e Madeira, Estado de Rondônia *In: SBG/Núcleo Norte, Simpósio de Geologia da Amazônia*, 5, Belém, *Anais*, 242-245; 1996,

RAFFESTIN, C. **Por uma geografia do poder**. São Paulo, Ática, 1993.

\_\_\_\_\_. **Per una geografia del potere**. Milano, Unicopli, 1981.

RAMALHO, J. F.G.P.; SOBRINHO, N. M. B. A; VELLOSO, A. C. X. **Contaminação da micro bacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos**. *Pesq. Agropécuaria Brasileira*, v. 35, n. 7, p. 1289-1303, 2000.

RATZEL, F. Geografia do Homem (Antropogeografia), *In: MORAIS, A. C. (org). Ratzel*. São Paulo: Ática, 1990.

RELATÓRIO Nº 8073-BR. Relatório da equipe de avaliação – Brasil: **Projeto de Manejo de Recursos Naturais de Rondônia**. Divisão de Operações da Agricultura/ Departamento de Países I/ América Latina e a Região do Caribe, 1992. 73pg.

RIBEIRO, F.L; CAMPOS, S. Vulnerabilidade à Erosão do solo na região do Alto rio Pardo, Pardinho. SP. *In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, PB.v.1, n.6, p. 628-636, 2007a.

RIBEIRO, M. B. N; VERÍSSIMO, A. Padrões e Causas do Desmatamento nas Áreas Protegidas de Rondônia. *In: Revista Natureza e Conservação – Artigos Técnicos Científicos, Vol. 5 – nº 1*, abril-2007, pp. 15-26, 2007b

RIVERO, O. de. **O mito do desenvolvimento: Os países no século XXI**. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

RONDÔNIA, **Plano Agroflorestal de Rondônia – PLANAFLORO**. Porto velho: TECNOSSOLOS, Relatório Técnico, 2001

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Agricultura. **Boletim Informativo Agropecuário**. Porto Velho, SEAPES, 2002.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental -SEDAM. **Atlas Geoambiental de Rondônia**, v2. 138 pg. Porto Velho: Imediata, 2003.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *In: Revista do departamento de Geografia*, FFLCH/ USP. São Paulo, 1992.

\_\_\_\_\_. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *In: Revista do Departamento de Geografia*, FFLCH/USP, São Paulo, nº08, pg. 63-71, 1994.

\_\_\_\_\_. Análise e Síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. *In: Revista do Departamento de Geografia*, nº9, FFLCH/USP, São Paulo, 1996.

RÜCKERT, A. A. **Reforma do Estado e tendências de reestruturação territorial. Cenários contemporâneos no Rio Grande do Sul.** 662 f. Tese (Doutorado) – FFLCH, Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2001.

\_\_\_\_\_. Reforma do Estado, reestruturações territoriais, desenvolvimento e novas territorialidades. **I Seminário Nacional sobre Múltiplas Territorialidades**, 2004, Canoas. Porto Alegre; Canoas: Programa de Pós-Graduação em Geografia-Ufrgs; Curso de Geografia, Ulbra, 2004.

\_\_\_\_\_. O processo de reforma do Estado e a Política Nacional de Ordenamento Territorial. *In*: BRASIL. **Para pensar uma Política Nacional de Ordenamento Territorial**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. pg. 31-39

RUIZ, S. **Cambios institucionales y conflictos sociales en El uso del bosque del norte amazónico boliviano.** Ph.D. Thesis. Albert-Ludwigs-University, Freiburg, Germany. 2005.

SANTOS, T. C. Algumas Considerações preliminares sobre ordenamento territorial. *In*: **Para pensar uma política nacional de ordenamento territorial**: Anais da Oficina sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial, Brasília, 13-14 de novembro de 2003 / Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR). – Brasília: MI, 2005. 78 pg. São Paulo, 1977.

SANTOS, M. O retorno do território *In*: Santos, Milton *et al.* (Orgs.). **Território: Globalização e fragmentação**. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1994.

\_\_\_\_\_. Por uma geografia das redes. *In*: **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996

\_\_\_\_\_. **Pensando o espaço do homem**. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. 184 pg. São Paulo-Sp: Oficina de textos, 2004

\_\_\_\_\_. (Orgs). **Vulnerabilidade ambiental**. MMA, Brasília, 2007.

SANTOS, J. de O. **Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza CE: contribuições ao ordenamento territorial**. 331 pg. (Tese doutoral), São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, programa de pós-graduação em geografia física, 2011.

SANTOS, R. I.; BRAGA, N.A.; RECKTENVALD, M. C. N.; CARVALHO, D. P.; MIRANDA, M. R.; MANZATO, A. G.; BASTOS, W.R. Metais em sedimentos de fundo na bacia do Alto Rio Madeira, Bacia Amazônica. *In*: **Revista Scientia Amazônia**, v.4, n1, pg. 91-100, Jan-Abr; 2015.

SAQUET, M. A. **Os tempos e os territórios da colonização italiana: O desenvolvimento econômico na Colônia Silveira Martins (RS)**. Porto Alegre: Edições EST, 2003.

\_\_\_\_\_. A abordagem territorial: considerações sobre a dialética do pensamento e do território, **Anais do I Seminário Nacional sobre Múltiplas Territorialidades**, ULBRA/UFRGS, Canoas/Rio Grande do Sul, 2004.

\_\_\_\_\_. **Abordagens e Concepções de Território**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

SCHNEIDER, R. R; *et al.* **Amazônia Sustentável**: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural. Brasília: Banco Mundial, Belém Imazon, 2000. 58 pg.

SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. Geological Society of America Bulletin, n. 67, pg. 597-646, 1956.

SILVA, R. G. da C. **Dinâmicas territoriais em Rondônia**: conflitos na produção e uso do território no período de 1970-2010. 222 pg (Tese de doutorado). São Paulo: Universidade Federal de São Paulo – USP, 2011.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. *In*: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. Cap.2, pg.35-51. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4).

SIPAM, Sistema de Proteção da Amazônia. **Evolução do desmatamento entre os anos de 2003 e 2006 na área do entorno e na área de abrangência da RESEX Rio Jaci-Paraná, Terra Indígena Karipuna, PARES Guajará-Mirim e FLONA Bom Futuro** (Relatório). Porto Velho, Junho de 2007. Disponível em <http://www.sipam.gov.br/proar/acre/2008/documentos/liminar.pdf>. Acesso: 23 de Dezembro de 2015.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo dos Geossistemas. *In*: **Métodos em questão**, 16. IGEOG-USP. São Paulo, 1977.

SOUZA, M. L. de. O território sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. *In*: CASTRO, J; GOMES, P.C; CORREA, R.L. (Org). **Geografia Conceitos e temas**. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995, pg 140-164.

SOUZA FILHO, P. W. M.; QUADROS, M. L. E.; SCANDOLARA, J. E.; SILVA FILHO, E. P.; REIS, M. R. Compartimentação morfoestrutural e neotectônica do sistema fluvial Guaporé – Mamoré: Alto Madeira, Rondônia – Brasil. *In*: **Revista Brasileira de Geociências**, 29 (4): 469-476, dezembro de 1999.

SUGUIO, K. **Rochas Sedimentares: propriedades, gênese e importância econômica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade Ambiental Relevô-Solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguará-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. 165 pg. (Dissertação de mestrado). São Paulo: Universidade Federal de São Paulo – USP, 2001.

\_\_\_\_\_.; ROSS, J. L. S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos**. GEOUSP – Espaço e Tempo. São Paulo, SP. N°15. 2004.

\_\_\_\_\_. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais**. 185 pg. (Tese de doutorado). São Paulo: Universidade Federal de São Paulo – USP, 2007.

SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: Editora Unesp, 2004.

STHRALER, A.N. Dynamic basin of geomorphology. **Geological Society of America Bulletin**. V. 63. pg. 923-938, 1952.

\_\_\_\_\_. Dimensional analysis applied to fluvially dissected landforms: *Geol. Soc. America Bull.*, v. 69, pg. 279-300, 1958.

\_\_\_\_\_. **Geografia Física**. Barcelona: Ediciones Omega, 1984.

SUDO, H. Metodologia de Classificações Climáticas. *In: Boletim do Departamento de Geografia*, nº 4, 5, 6 – 1972 – 1974. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Presidente Prudente – SP, 1974.

TAGLIANI, C.R.A. **Técnica para Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Ambientes costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informação**. Galeria de Artigos Acadêmicos, 2003.

TEJAS, G.T. **Análise espaço-temporal do clima urbano da Cidade de Porto Velho, RO**. 121pg. (Dissertação de mestrado). Porto Velho: Universidade Federal de Rondônia –UNIR, Programa de Pós-graduação em Geografia –PPGG, 2012.

THÉRY, H. **Rondônia: Mutações de um território Federal da Amazônia Brasileira**. Curitiba: SK Editora, 2012.

TOMAZONI, Júlio C. **Método para o Levantamento Utilitário de Microbacias Hidrográficas e Classificação da Cobertura Pedológica de acordo com sua Capacidade de Uso através de Geoprocessamento**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, 2002.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Recursos Naturais e Meio ambiente. Diretoria Técnica. Rio de Janeiro, pg. 97, 1977.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2 ed. Editora da Universidade ABRH, Porto Alegre, RS, 1997.

VALVERDE, O. (Coord). **A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica: Introdução Sudoeste Amazônico e Regiões Vizinhas**. Vol. I Rio de Janeiro: IBGE/INCRA, 1979.

VAUCHEL, P. **Estudo da cheia de 2014 na bacia do rio Madeira**. Institut de Recherche pour Développement - IRD, Estudo do programa HYBAM, Abril 2014.

VEIGA, J. E. da. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Garomond, 2006.

VEYRET, Y. **Os riscos: O homem com agressor e vítima do meio ambiente**: São Paulo: Contexto, 2007.

VIALLI, A. Focos de queimada em todo o País crescem 85% em relação a 2009. **O Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,focos-de-queimada-em-todo-opais-crescem-85-em-relacao-a-2009,594952,0.htm>> Acesso em: 05 set. 2010.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.


WATANABE, M. **Análise Integrada da Paisagem da bacia do rio Mutum-Paraná**. Universidade Federal de Rondônia, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia – PPGG (Dissertação de Mestrado) 106 pg, Porto Velho: 2011.

\_\_\_\_\_. **O uso da terra e o aporte sedimentar em suspensão de bacias pareadas na Amazônia: Sub-bacias do rio Mutum-Paraná/RO**. Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná (tese doutoral) 116 pg, Curitiba: 2015.


WETZEL. Robert G; BOAVIDA, MARA J. **Limnologia**. Fundação Calouste Gulbenkian, LISBOA: 1993.

## ANEXO I:

ACP. 2004.41.00001887-3  
UNIÃO BANDEIRANTES



**Ministério Público do Estado de Rondônia**  
Promotoria do Meio Ambiente e de Defesa dos Patrimônios Públicos, Históricos, Culturais e Artísticos



**MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL**  
Procuradoria da República em Rondônia

---

**TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA-TAC**

Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta que entre si celebram o INCRA, o município de PORTO VELHO e a CERON com o MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL e o MINISTÉRIO PÚBLICO ESTADUAL, por meio da PROMOTORIA DE JUSTIÇA DO MEIO AMBIENTE e PROMOTORIA DA INFÂNCIA E JUVENTUDE DA COMARCA DE PORTO VELHO visando a implementação de medidas administrativas e legais no tocante à área urbana do Distrito de União Bandeirantes sob abrangência da decisão liminar proferida nos autos da ação civil pública n. 2004.41.00001887-3.

Por este instrumento e na melhor forma de direito, de um lado o MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, por intermédio do Excelentíssimo Senhor HEITOR ALVES SOARES, o MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, por intermédio da Promotoria do Meio Ambiente e Promotoria de Justiça da Infância e Juventude da Comarca de Porto Velho doravante designados COMPROMITENTES e, de outro lado o INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, através de seu titular, OLAVO NIENOW; o Município de Porto Velho, por meio do Prefeito Municipal Roberto Sobrinho e a CERON - Centrais Elétricas de Rondônia S.A pelo seu Presidente Paulo Roberto dos Santos Silveira e a CAERD - Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia, pelo seu Presidente doravante designados COMPROMISSÁRIOS, nos termos das legislações ambiental, agrária e conexa, celebram o presente TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA com vistas a **resolver, parcialmente, o objeto da ação civil pública n. 2004.41.001887-3**, que tramita na Primeira Vara Federal de Rondônia, especificamente no que pertine à ocupação humana conhecida por Núcleo Urbano de União Bandeirantes, perante as testemunhas presentes, assumindo os compromissos consignados nele consignados.

**OBJETIVOS**

O presente Termo tem por objetivo formalizar um compromisso entre os compromissários no sentido de buscar, na gestão ambiental dos recursos naturais, a conciliação entre a preservação e conservação da biodiversidade presentes nas áreas objeto de presente ajuste, compatibilizando-a com eventual crescimento e desenvolvimento sócio-econômico das populações residentes local, a fim de alcançar o desenvolvimento sustentável local, dentro das regras e princípios pertinentes da Política Nacional do Meio Ambiente, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação e da Política Estadual de Meio Ambiente, observando, entre outros, os seguintes princípios específicos:

*[Assinatura]*





**Ministério Público do Estado de Rondônia**

Procuradoria do Meio Ambiente e de Defesa dos Patrimônios Públicos, Históricos, Culturais e Artísticos



**MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL**

Procuradoria da República em Rondônia



I. Integrar a gestão do uso e ocupação do solo com a gestão ambiental, especialmente definir e delimitar o Núcleo Urbano do Distrito de União Bandeirantes.

II - Condicionar a expansão de eventuais atividades naquela localidade, objeto do presente ajuste, à capacidade de suporte dos ambientes e dos recursos naturais renováveis à infra-estrutura instalada.

III. Garantir o equilíbrio dos ecossistemas e do meio ambiente lá existente.

IV. Garantir a integridade das Unidades de Conservação (integral de especial preservação) que circundam as áreas objeto do presente ajuste, de maneira a evitar a exploração destas áreas.

## 2 - DO ALCANCE DO AJUSTE



Em razão da extensão da liminar, faz-se necessário registrar que estão expressamente excluídos deste acordo quaisquer ocupações incidentes na Floresta Nacional do Bom Futuro, Terra Indígena, Karipunas e Parque Estadual de Guajará-Mirim, ou qualquer outra Unidade de Conservação, e áreas de entorno sejam federais, estaduais ou municipais, na área sob abrangência da decisão judicial. Vale dizer, ainda, que outro Termo, mais abrangente, está sendo elaborado para o fim de dirimir o litígio do restante da área. Por esta razão, fazem parte do presente ajuste apenas os órgãos diretamente envolvidos com o seu objeto.

## 3 - DOS COMPROMISSOS ESTABELECIDOS

### DO INCRA :

Em relação à área urbana do Distrito de União Bandeirantes compromete-se

a:

1) proceder ao desmembramento formal da área do núcleo Urbano em favor do Município de Porto Velho, no prazo de 90 dias, definindo previamente o perímetro, que não poderá ser ampliado em nenhuma hipótese;

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



**Ministério Público do Estado de Rondônia**

Procuradoria do Meio Ambiente e de Defesa do Patrimônio Público, Histórico, Cultural e Artístico



**MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL**

Procuradoria da República em Rondônia



2) estabelecer, no ato de cessão, condicionantes, dentre elas, a finalidade para o qual foi instituído o núcleo, as diretrizes da ocupação etc;

#### DO MUNICÍPIO DE PORTO VELHO



O Município de Porto Velho compromete-se a:

3) compatibilizar a gestão política urbana do uso do solo, no Distrito de União Bandeirantes, com as políticas de meio ambiente, do patrimônio imobiliário da União e com as diretrizes fixadas nos Projetos do INCRA, com ênfase na Lei Complementar n. 233-2000, devendo submeter quaisquer projetos de infra-estrutura urbana a licenciamento ambiental;

3.1) a realizar a fiscalização do uso e ocupação do solo, na área urbana, inibindo atividades que colidam com as diretrizes estipuladas pelo INCRA, na criação do PROJETO;

3.2) demarcar, expressamente, os limites da área urbana, regularizando os lotes;

3.3) impedir a expansão do Núcleo Urbano para além dos limites previamente estabelecidos pelo INCRA.

#### DAS CENTRAIS ELÉTRICAS DE RONDÔNIA S.A

A CERON – Centrais Elétricas de Rondônia S.A após a homologação do presente Termo de Ajustamento de Conduta compromete-se a:

4.) instalar um PIE – PRODUTOR Independente Térmico no núcleo urbano de União Bandeirantes, distrito de Porto Velho-RO, como fonte supridora de energia elétrica, com potência instalada de 500kW a 1.500kW e a construção da rede urbana para a distribuição de energia elétrica para o consumidor final, cujas despesas deverá ser efetuada sob as suas expensas, no prazo de 12 (doze) meses a contar da assinatura do presente instrumento

*[Handwritten signatures and initials]*



**Ministério Público do Estado de Rondônia**

Procuradoria do Meio Ambiente e da Defesa dos Patrimônios Público, Histórico, Cultural e Artístico



**MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL**

Procuradoria da República em Rondônia



4.1) realizar todos os atos técnicos e administrativos necessários à contratação do Produtor Independente Térmico de Energia Elétrica, revisão das quotas da conta de consumo de combustível fóssil junto à ELETROBRÁS e ANEEL, processo de autorização da ANEEL para a instalação do PIE Térmico, obtenção de licença da SEDAM e outros documentos/licenças ambientais, no prazo de 12 (doze) meses a contar da assinatura do presente instrumento.

4.2) iniciar os trabalhos para a instalação dos equipamentos necessários, após a concessão das respectivas licenças. O prazo para a finalização dos serviços será de 12 (doze) meses.

4.3) está expressamente proibida a autorização de ligação de energia elétrica para empresas do ramo madeireiro sem que estas apresentem as licenças ambientais indispensáveis para a sua instalação e operação.

4.4) excluir os consumidores rurais da linha de energia elétrica 34,5kW que será construída entre a subestação do município de Abunã e o núcleo urbano de União Bandeirante considerando os trechos rurais inseridos em área de restrição legal/ambiental.

5. O Ministério Público Federal e o Ministério Público Estadual, no exercício de suas funções, requisitarão informações, laudos e vistorias às compromissadas em relação ao cumprimento das obrigações constantes deste compromisso, atuando ex-officio ou por provocação de qualquer das compromissadas, de outros órgãos públicos, de entidades civis, de conselhos ou de qualquer cidadão.

5.1 Os compromissadas encaminharão comunicação sobre o cumprimento das obrigações pontuais, cabendo após análise, certificar sobre o adimplemento da obrigação.

6. A assinatura deste TERMO pelos COMPROMISSÁRIOS, após a respectiva homologação nos autos da ACP 2004.41.00.001887-3, implica na desinterdição do núcleo urbano do Distrito de União Bandeirantes, e terá a eficácia de título executivo extrajudicial do artigo 5º, parágrafo 6º da Lei Nº 7.347/85 e artigo 585, inciso VII, do Código de Processo Civil. Por força do presente ajuste, repita-se ficam expressamente excluídas deste acordo quaisquer ocupações incidentes na Floresta Nacional do Bom Futuro, Terras Indígenas, e Parque Estadual de Guajará-Mirim, ou quaisquer outras Unidades de Conservação, bem como os entornos, sejam elas federais, estaduais ou municipais, na área sob abrangência da decisão judicial.

*[Handwritten signature]*





**Ministério Público do Estado de Rondônia**

Promotoria do Meio Ambiente e de Defesa dos Patrimônios Público, Histórico, Cultural e Artístico



**MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL**

Procuradoria da República em Rondônia



Para dirimir quaisquer questões oriundas do presente Termo de Ajustamento de Conduta fica estabelecido o foro da Justiça Federal da Comarca de Porto Velho - Rondônia, com expressa renúncia a qualquer outro.

E por estarem ajustados e compromissados, firmam o presente TERMO em 04 (quatro) vias de igual teor, forma e idêntico conteúdo jurídico, para que surtam todos os efeitos legais e convencionais.

Porto Velho (RO), 10 de julho de 2007.

*Heitor Alves Soares*  
Heitor Alves Soares  
Procurador da República

*Marcelo Lima de Oliveira*  
Marcelo Lima de Oliveira  
Promotor de Justiça da Infância e Juventude  
INCRA

*Roberto Sobrinho*  
Roberto Sobrinho  
Prefeito do Município de Porto Velho

*Aidee Maria Moser Torquato Luiz*  
Aidee Maria Moser Torquato Luiz  
Promotora de Justiça do Meio Ambiente

*Olavo Nienow*  
Olavo Nienow  
Superintendente Regional do

*Roberto dos Santos Silveira*  
Roberto dos Santos Silveira  
Diretor Presidente

TESTEMUNHAS:

*Verbo*  
08/02/10